



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE CRUZAMENTO DE RAÇAS LEITEIRAS –  
COMPARAÇÃO DE SAÚDE, REPRODUÇÃO E PRODUÇÃO ENTRE VACAS CRUZADAS  
E VACAS DE RAÇA HOLSTEIN-FRÍSLA

INÊS AZEVEDO PRATA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Luís Filipe Lopes da Costa

Doutor Luís Lavadinho Telo da Gama

Doutor Luís André de Oliveira Pinho

ORIENTADOR

Doutor Luís André de Oliveira Pinho

COORIENTADOR

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

LISBOA

2017

---





UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE CRUZAMENTO DE RAÇAS LEITEIRAS –  
COMPARAÇÃO DE SAÚDE, REPRODUÇÃO E PRODUÇÃO ENTRE VACAS CRUZADAS  
E VACAS DE RAÇA HOLSTEIN-FRÍSLA

INÊS AZEVEDO PRATA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Luís Filipe Lopes da Costa

Doutor Luís Lavadinho Telo da Gama

Doutor Luís André de Oliveira Pinho

ORIENTADOR

Doutor Luís André de Oliveira Pinho

COORIENTADOR

Doutor José Ricardo Dias Bexiga

LISBOA

2017

*Tudo isto me é dado,  
mesmo sem eu o merecer.  
Se não o recebo como Dom  
nunca o saberei agradecer!*

*Quantas vezes bate o coração,  
sem nunca depender de mim?  
Quem é que sou eu para Ti,  
para gostares de mim assim?*

Duarte Rosado



## **Agradecimentos**

Obrigada a todos os Médicos Veterinários, Docentes e Trabalhadores da Faculdade de Medicina Veterinária de Lisboa por estes seis anos. Obrigada por me receberem tão bem.

Obrigada aos amigos e companheiros de estudo. Obrigada a todos, sem exceção.

Agradeço ao Doutor Luís André de Oliveira Pinho por ter aceite ser meu orientador e por acompanhar este trabalho. Agradeço também à restante equipa da SVA – Dr. Carlos Cabral, Dr. Luis Figueiredo, Dr. Pedro Meireles, Dr. Rui Lameira e Dr. Fernando Vaz – pelo excelente acompanhamento ao longo de praticamente quatro meses de estágio.

Expresso também os meus agradecimentos ao Professor Doutor José Ricardo Dias Bexiga, por ter aceite ser meu coorientador. O seu apoio e orientação constantes foram essenciais para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Professor Doutor Rui Bessa pela ajuda no tratamento estatístico. Dirijo também profundos agradecimentos ao Professor Telmo Nunes, por tomar tanto do seu tempo para ajudar os alunos (eu incluída) na análise estatística.

Obrigada a todos os produtores de leite por muito gentilmente cederem dados da sua exploração, sem os quais este trabalho não existiria. Obrigada também ao Sr. Carlos Serra, representante da ProCross®, pela ajuda na recolha dos dados, e ao Dr. João Paisana pelas preciosas dicas.

Os mais sinceros agradecimentos ao Dr. João Caroço, por autorizar que acompanhasse o seu trabalho ao longo de praticamente dois meses, pela boa disposição, pela compreensão e por me ter ensinado tanta coisa.

Obrigada a todos os meus amigos: Pedro Mateus, Pedro Pires, Miguel Pantaleão e a todos os outros e outras que não cabem nesta folha. Andamos todos sempre muito ocupados, mas arranjam sempre maneira de “espreitar” o que os outros andam a fazer. Obrigada!

Obrigada Mãe e Pai, pela paciência que tiveram com duas filhas a estudar Medicina Veterinária, por ouvirem conversas “de bichos” à mesa, a toda a hora, mas principalmente por todo o amor que nos deram e por tudo o que nos proporcionaram.

Obrigada, Sara, por fazeres este percurso comigo. Por seres o meu apoio incondicional durante toda a vida. Tem sido uma alegria caminhar contigo lado a lado, mesmo longe. Gosto muito de ti.

Obrigada, Senhor, por tudo isto. E por tudo o que não cabe nesta folha tão pequenina.



## RESUMO

### **Avaliação de um sistema de cruzamento de raças leiteiras - Comparação de saúde, reprodução e produção entre vacas cruzadas e vacas de raça Holstein-Frísia**

Ao longo das últimas décadas, a necessidade de produzir cada vez maiores quantidades de leite conduziu ao melhoramento da raça Holstein-Frísia, e à seleção dos animais no sentido de produzir mais leite por vaca. Esta seleção levou ao acasalamento cada vez mais frequente de animais aparentados; o elevado coeficiente de consanguinidade entre os animais desta raça resultou numa elevada depressão consanguínea que se manifesta sobretudo por um forte declínio nas características de adaptabilidade (ou *fitness*) dos animais, principalmente as de eficiência reprodutiva. O cruzamento rotativo de três raças tem-se tornado cada vez mais popular como estratégia para tentar diminuir os efeitos indesejáveis da consanguinidade. No presente trabalho, foram analisados dados de fêmeas Holstein-Frísia (H), Holstein x Montbéliarde (HM), e Holstein x Vermelha Sueca (HS), provenientes de 6 explorações portuguesas. Os dados analisados foram: intervalo entre partos (IEP), dias abertos (DA), número de inseminações artificiais necessárias para a concepção (Nº IA), dias em leite à primeira inseminação artificial (DEL 1ª IA), produção total ao longo da vida (PLV), produção média de leite por dia (PLD), percentagem de gordura e proteína no leite, contagem de células somáticas no leite (CCS), proporção de animais eliminados antes dos 305 dias da primeira lactação, e sobrevivência até ao parto seguinte. As cruzadas HM e as HS apresentaram IEP ( $p<0,01$ ), DA ( $p<0,01$ ) e DEL 1ª IA ( $p<0,05$ ) inferiores às fêmeas Holstein. Não foram encontradas diferenças no Nº IA entre Holstein e HM ( $p=0,07$ ) ou entre Holstein e HS ( $p=0,58$ ). As fêmeas Holstein mostraram ser superiores às cruzadas na produção de leite, tanto na PLD ( $p<0,05$ ) como na PLV ( $p<0,01$ ). As vacas HS produziram leite com maior percentagem de gordura e de proteína que as vacas Holstein ( $p<0,05$ ). Não foram encontradas diferenças na média de CCS entre vacas Holstein, HM e HS, em cada paridade. Nem as cruzadas HM ( $p=0,39$ ) nem as cruzadas HS ( $p=0,30$ ) diferem significativamente das Holstein puras na proporção de vacas eliminadas antes dos 305 dias da primeira lactação; Porém, uma maior proporção de vacas HM e HS parem pela terceira, quarta e quinta vez, em relação às vacas Holstein ( $p<0,05$ ). Da comparação entre duas explorações, C e G (uma com animais descendentes deste cruzamento rotativo e outra cujo efetivo é de raça Holstein pura, respetivamente) destacam-se algumas diferenças, sendo as médias de IEP, DA e DEL 1ª IA ligeiramente inferiores na exploração C. Considerando os resultados do presente estudo, conclui-se que o cruzamento rotativo entre as raças Holstein-Frísia, Montbéliarde e Vermelha Sueca pode ser útil para diminuir o declínio reprodutivo das explorações leiteiras e melhorar a longevidade dos animais, pressupondo sempre um bom manejo reprodutivo e pesando sempre os benefícios obtidos contra o custo de uma possível descida na produção.

**Palavras-chave:** *Crossbreeding*, Montbéliarde, Vermelha Sueca, depressão consanguínea.





## ABSTRACT

### **Evaluation of a Crossbreeding system for dairy cattle – Comparison of health, reproduction and production traits between pure Holstein cows and Holstein crosses**

Over the last few decades, the need to produce progressively larger volumes of milk led to the genetic improvement of the Holstein-Frisian breed by selecting animals with the goal of producing more milk per cow. These efforts led to the frequent mating of related individuals. The increased inbreeding levels amongst the animals of this breed resulted in inbreeding depression, which translates mainly into the decline of certain fitness traits, especially the ones related to reproductive efficiency. The three-breed rotational crossbreeding system has become increasingly popular as a strategy to try to lessen the undesirable effects of inbreeding. In the present study data from Holstein-Frisian cows (H) and their crossings with the Montbéliarde (HM) and the Swedish Red (HS) breeds were analyzed. The animals were from 6 Portuguese dairy herds. The traits analyzed were: calving interval (CI), days open (DO), number of services per conception (NSC), days to first breeding (DFB), total lifetime production (LP), average daily milk yield (DMY), milk protein and fat percentage, somatic cell score (SCS), proportion of animals eliminated before 305 days of first lactation, and survival to subsequent calving. The HM and HS crossings had lower CI ( $p<0,01$ ), DO ( $p<0,01$ ) and DFB ( $p<0,05$ ) when compared to pure Holsteins. No significant differences in NAI were found between Holsteins and HM cows ( $p=0,07$ ) or between Holsteins and HS cows ( $p=0,58$ ). Holstein females were superior to both crossings regarding not only DMY ( $p<0,005$ ) but also LP ( $p<0,01$ ). HS crossbreds produced milk with higher fat content and also protein content than pure Holstein cows ( $p<0,05$ ). No differences were noted in the average SCS between pure Holsteins, HM and HS cows with similar parities. Neither HM crossbreds ( $p=0,39$ ) or HS crossbreds ( $p=0,30$ ) had significant differences regarding the number of cows that left the herd before 305 days of the first lactation. However, a higher percentage of HM and HS cows survived to calve a third, fourth and fifth time when compared to pure Holstein cows ( $p<0,05$ ). From the comparison between two herds, C and G (one that applies this crossbreeding system and one where all animals are pure Holsteins, respectively) one can highlight certain differences given that CI, DO and DFB averages were slightly lower in herd C. Considering the results of this study one can conclude that the three-breed crossbreeding system that includes the Holstein, Montbéliarde and Swedish-Red breeds can be a useful tool to soften the decline in reproductive health witnessed in dairy herds and to improve the survival of dairy cattle. This assuming of course that a sound reproductive management protocol is established and weighting the gain in reproductive health, total milk solids and survival against a possible drop in milk production.

**Key words:** Crossbreeding, Montbéliarde, Swedish Red, inbreeding depression



## Índice Geral

<b>DECLARAÇÃO .....</b>	<b>iv</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de tabelas.....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de Gráficos.....</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de abreviaturas e símbolos.....</b>	<b>xiii</b>
<b>I – Descrição das atividades desenvolvidas durante o estágio.....</b>	<b>1</b>
1. Caracterização da região .....	1
1.2. Caracterização das explorações .....	2
2. As diferentes áreas de atuação da SVA.....	2
2.1. Clínica e Cirurgia.....	2
2.2. Reprodução .....	2
2.3. Qualidade de leite .....	2
2.4. Consultoria e gestão .....	2
3. Complemento ao estágio curricular .....	3
<b>II – Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>4</b>
1. O aumento da produção de leite em resposta às necessidades dos consumidores ....	4
2. A raça Holstein-Frísia e a sua utilização.....	5
3. Efeitos da seleção da raça Holstein-Frísia com vista a maior produção de leite .....	5
3.1. Problemas de saúde associados à alta produção .....	5
3.2. Consanguinidade .....	6
3.3. Depressão Consanguínea .....	7
4. Indicadores importantes em bovinos de aptidão leiteira .....	9
4.1. Indicadores produtivos .....	9
4.1.1. Quantidade de leite produzido.....	9
4.1.2. Percentagem de gordura e proteína .....	10
4.1.3. Teor de Células Somáticas.....	10
4.2. Indicadores reprodutivos.....	10
4.2.1. Idade ao primeiro parto e intervalo entre partos .....	10
4.2.2. Dias abertos .....	11
4.2.3. Dias em leite (DEL) .....	11
4.2.4. Intervalo parto – Primeira inseminação artificial.....	12
4.2.5. Taxa de concepção ao primeiro serviço .....	12
4.2.6. Número de inseminações por gestação.....	12
5. O cruzamento entre raças como estratégia de melhoramento genético sustentável ....	13
5.1. Cruzamento rotativo de três raças .....	14
5.2. As Raças a escolher .....	16
5.3. Impacto do sistema de cruzamento rotativo de três raças.....	18
<b>III - Avaliação de um sistema de cruzamento de raças leiteiras - Comparação de saúde, reprodução e produção entre vacas cruzadas e vacas de raça Holstein-Frísia.....</b>	<b>21</b>
1. Objetivos .....	21
2. Materiais e Métodos .....	22
2.1. Recolha e Tratamento dos dados .....	22
2.1.1. Indicadores produtivos e reprodutivos .....	22
2.1.2. Indicadores de Sobrevivência e Longevidade .....	23

2.2. Análise estatística .....	23
2.3. Comparação entre um efetivo de vacas Holstein puras e um efetivo de vacas cruzadas .....	25
3. Resultados .....	27
3.1. IEP, DA, DEL 1ª IA e Nº IA .....	27
3.2. PLD.....	28
3.3. Percentagem de Gordura.....	28
3.4. Percentagem de Proteína .....	29
3.5. CCS .....	30
3.6. PLV.....	32
3.7. Sobrevivência aos 305 dias da 1ª lactação .....	32
3.8. Sobrevivência até ao parto seguinte .....	32
3.9. Comparação entre um efetivo de vacas Holstein puras e um efetivo de vacas cruzadas .....	33
4. Discussão.....	38
4.1. Resultados da análise dos dados reprodutivos .....	38
4.1.1. Intervalo entre partos.....	38
4.1.2. Dias abertos .....	38
4.1.3. Intervalo parto – primeira inseminação .....	39
4.1.4. Número de inseminações necessárias para a concepção .....	40
4.1.5. Avaliação crítica das diferenças de IEP, DA, DEL 1ª IA e Nº IA.....	40
4.2. Resultados da análise dos dados produtivos .....	41
4.2.1. Produção diária de leite .....	41
4.2.2. Percentagem de gordura no leite.....	41
4.2.3. Percentagem de proteína no leite.....	42
4.2.4. Contagem de células somáticas .....	43
4.2.5. Produção de leite na vida .....	44
4.3. Resultados da análise dos dados de sobrevivência aos 305 dias da 1ª lactação ...	44
4.4. Resultados da análise dos dados de sobrevivência ao parto seguinte.....	45
4.5. Distribuição dos dados analisados .....	45
4.6. Comparação entre um efetivo de vacas Holstein puras e um efetivo de vacas cruzadas .....	46
4.6.2. Média anual de dias abertos.....	46
4.6.3. Média anual de número de inseminações necessárias para a concepção.....	46
4.6.4. Média anual de Intervalo parto – primeira inseminação artificial .....	46
4.6.5. Média anual de produção de leite por dia, por vaca em produção .....	47
4.6.6. Médias anuais de percentagem de gordura e percentagem de proteína .....	47
4.6.7. Média anual de Contagem de células somáticas .....	47
4.6.8. Percentagem de animais eliminados por ano .....	47
4.6.9. Avaliação crítica das diferenças entre as explorações C e G.....	48
5. Conclusão .....	51
<b>IV. Bibliografia.....</b>	<b>53</b>

## Índice de figuras

Figura 1: Vaca da raça Vermelha Sueca..... 17

Figura 2: Vaca da raça Montbéliarde. .... 17

## Índice de tabelas

Tabela 1: Relação entre heritabilidade, depressão consanguínea e heterose (Segundo Gama, L.T. (2002). Melhoramento Genético Animal. Lisboa: Escolar editora). ..... 8

Tabela 2: Heterose individual para diferentes caracteres em bovinos leiteiros, expressa em percentagem das raças puras..... 14

Tabela 3: Evolução da composição genotípica num cruzamento de rotação com três raças. (Segundo Gama, L.T. (2002). Melhoramento Genético Animal. Lisboa: Escolar editora) ..... 15

Tabela 4: Número de animais de cada um dos grupos de raças que se encontravam em produção, em cada exploração..... 22

Tabela 5: Número de animais eliminados de cada raça, em cada exploração, no período entre 1 de janeiro de 2015 e 31 de Dezembro de 2016. .... 23

Tabela 6: Número total de animais incluídos na análise de cada indicador..... 25

Tabela 7: Número de ordenhas diárias, proporção de animais cruzados, e valores médios do número total de animais, número de vacas em ordenha e número de vacas secas nas explorações C e G, nos anos 2015 e 2016. .... 26

Tabela 8: Médias e erros-padrão de IEP, DA, Nº IA, e DEL 1ª IA para os animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca. .... 27

Tabela 9: Médias e erros-padrão da produção média de leite por dia em produção (Litros/dia), dos animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca. .... 28

Tabela 10: Médias e erros-padrão da percentagem de gordura no leite dos animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca. .... 28

Tabela 11: Médias e erros-padrão da percentagem de proteína no leite dos animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca. .... 29

Tabela 12: Médias e respetivos erros-padrão de CCS (x1000 células/ml de leite) dos animais Holstein, Holstein x Montbéliarde, e Holstein x Vermelha Sueca, em cada paridade. .... 31

Tabela 13: Médias e erros-padrão da produção de leite na vida (em Kg) dos animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca. .... 32

Tabela 14: Número de animais Holstein, Holstein x Montbéliarde e Holstein x Vermelha Sueca que foram eliminados antes dos 305 dias da 1ª lactação, e respetivas percentagens. .... 32

Tabela 15: Percentagem dos animais Holstein, Holstein x Montbéliarde e Holstein x Vermelha Sueca que chegaram a cada número de partos.....	33
Tabela 16: Valores médios de IEP, DA, Nº IA, DEL Nº IA, PLD, percentagem de gordura, e percentagem de proteína para os animais puros Holstein, Holstein x Montbéliarde e Holstein x Vermelha Sueca, e para os efetivos das explorações C e G no ano de 2015. ....	48

## Índice de Gráficos

Gráfico 1: Representação esquemática do tempo de estágio passado em cada uma das valências da SVA - Serviços Veterinários Associados. ....	1
Gráfico 2: Interação entre a raça e os DEL na percentagem de proteína no leite .....	30
Gráfico 3: Interação entre raça e paridade na CCS no leite .....	30
Gráfico 4: Interação entre raça e DEL na CCS do leite. ....	31
Gráfico 5: Valores médios do intervalo entre partos em 2015 e 2016, nas explorações C e G. ....	33
Gráfico 6: Número médio de dias abertos em 2015 e 2016, nas explorações C e G.....	34
Gráfico 7: Média do número de inseminações necessárias para a concepção em 2015 e 2016, nas explorações C e G.....	34
Gráfico 8: Média dos dias em leite à primeira inseminação artificial em 2015 e 2016, nas explorações C e G .....	35
Gráfico 9: Médias da produção diária de leite em 2015 e 2016, nas explorações C e G.....	35
Gráfico 10: Médias da percentagem de gordura no leite, em 2015 e 2016, nas explorações C e G.....	36
Gráfico 11: Médias da percentagem de proteína no leite, em 2015 e 2016, nas explorações C e G. ....	36
Gráfico 12: Médias da CCS no leite, em 2015 e 2016, nas explorações C e G.....	37
Gráfico 13: Percentagem de vacas eliminadas em 2015 e 2016, nas explorações C e G....	37

## Lista de abreviaturas e símbolos

BEN – Balanço energético negativo

CCS – Contagem de células somáticas

CI – *Calving interval*

DA – Dias abertos

DEL – Dias em leite

DEL 1ª IA – dias em leite à primeira inseminação artificial

DFB – *Days to first breeding*

DMY – *Average daily milk yield*

DO – *Days open*

EUA – Estados Unidos da América

Fx – Coeficiente de consanguinidade

$h^2$  – Heritabilidade

HM – Animal F1 descendente do cruzamento entre as raças Holstein e Montbéliarde

HN - Animal F1 descendente do cruzamento entre as raças Holstein e Normande

HS - Animal F1 descendente do cruzamento entre as raças Holstein e Vermelha Sueca

HV - Animal F1 descendente do cruzamento entre as raças Holstein e Vermelha Nórdica

IEP – Intervalo entre partos

Kg – Quilogramas

LP – *Total lifetime milk production*

ml – Mililitro

NFe – Número de fundadores efetivos numa população

Nº IA – Número de inseminações necessárias para a concepção

NSC – *Number of services per conception*

PLD – Produção média de leite por dia, por vaca em produção

PLV – Produção total de leite ao longo da vida

SCS – *Somatic cell score*

SVA – Serviços Veterinários Associados, Lda.

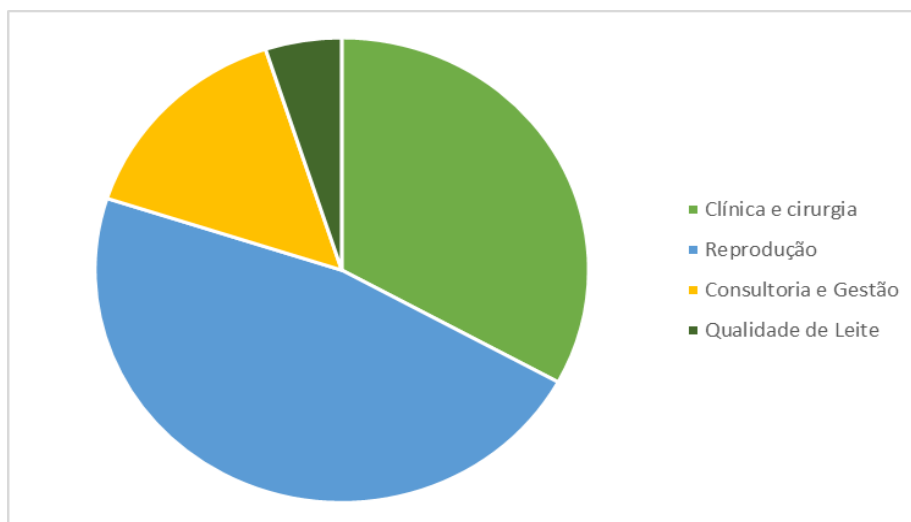




## I – Descrição das atividades desenvolvidas durante o estágio

O estágio curricular teve lugar na empresa SVA – Serviços Veterinários Associados, Lda., e decorreu no período entre 16 de Setembro e 30 de Dezembro de 2016. A empresa situa-se em Fradelos, Vila Nova de Famalicão, e dedica-se quase exclusivamente a dar assistência a explorações leiteiras da região do Entre-Douro-e-Minho, prestando serviços de clínica e cirurgia, reprodução, qualidade de leite e gestão. Além de acompanhar os 6 Médicos Veterinários que integram a equipa houve também a oportunidade de passar uma semana numa exploração leiteira. Proporcionou-se também acompanhar o trabalho do Dr. Richard Touret, em Podologia de bovinos leiteiros, embora numa ocasião pontual. No gráfico 1 figura a proporção do tempo de estágio passado em cada área.

Gráfico 1: Representação esquemática do tempo de estágio passado em cada uma das valências da SVA - Serviços Veterinários Associados.



### 1. Caracterização da região

A região Norte, do Entre-Douro-e-Minho, detém a maior bacia leiteira nacional, e representou 38,2% da recolha nacional de leite em 2015 (Instituto Nacional de Estatística, 2015). Em particular o litoral dos concelhos de Vila do Conde, Póvoa de Varzim e Esposende têm uma atividade agrícola muito intensa. A grande disponibilidade de água no território permitiu o início do cultivo de milho, que potenciou a criação de bovinos, inicialmente para carne, leite e trabalho (Direção Regional de Agricultura do Entre Douro e Minho, 2007).

A organização da produção de leite nesta região assenta num sistema cooperativo. As cooperativas agrícolas servem as explorações leiteiras da sua zona geográfica, auxiliando na recolha do leite e entrega na unidade fabril onde este será embalado. As cooperativas

agrícolas podem também fornecer os alimentos para os animais e é também frequente que prestem o serviço de inseminação artificial de bovinos.

## **1.2. Caracterização das explorações**

As explorações leiteiras visitadas ao acompanhar a assistência prestada pela SVA são na maioria médias a pequenas, com 70 vacas em ordenha, em média. Estas explorações funcionam essencialmente com mão-de-obra familiar, tendo ainda a particularidade de estar muito próximas das populações, estando muitas vezes inseridas nos centros habitacionais. Esta realidade da localização das explorações constituía muitas vezes um obstáculo, impedindo principalmente o crescimento dos efetivos.

## **2. As diferentes áreas de atuação da SVA**

### **2.1. Clínica e Cirurgia**

Ao acompanhar o serviço de clínica ambulatoria foi possível participar na avaliação dos casos clínicos e na discussão do tratamento, fosse ele farmacológico ou cirúrgico. Alguns exemplos das consultas e urgências que surgiram são: hipocalcemia clínica, mastite clínica, pneumonia, traumatismos, infeções uterinas, partos distócicos, deslocamento de abomaso à esquerda e deslocamento de abomaso à direita. Ainda no âmbito da clínica foi possível prestar auxílio em algumas necrópsias, com colheita de amostras para análise.

### **2.2. Reprodução**

No serviço de reprodução e fertilidade, houve a oportunidade de acompanhar o médico veterinário na realização do exame ginecológico das fêmeas no pós-parto, no diagnóstico e confirmação da gestação, e na avaliação da saúde reprodutiva do rebanho como um todo. Houve inúmeras oportunidades para treinar a técnica de palpação retal e diagnóstico de gestação, e também para discutir tratamentos e protocolos de sincronização aplicados nas explorações.

### **2.3. Qualidade de leite**

Neste serviço proporcionou-se a participação em provas de estábulo, nas quais é feita a recolha de amostras para microbiologia, a avaliação da higiene dos animais em ordenha, a avaliação do funcionamento da sala de ordenha (como o sistema de vácuo, por exemplo) e a avaliação das práticas na sala de ordenha, elaborando depois um relatório com estes dados.

### **2.4. Consultoria e gestão**

Nesta valência presta-se um serviço de consultoria às explorações a nível técnico, económico e nutricional. Na visita às explorações o médico veterinário avalia alguns

indicadores globais da exploração, como: a produção de leite, o número de animais em produção, o custo da alimentação, entre outros. Analisa também alguns fatores inerentes à indústria, como: o preço das matérias primas, a limitação da produção de cada produtor, e o preço pago pelo litro de leite. Com estas informações, o médico veterinário ajuda o produtor a tomar decisões de manejo e gestão da exploração. Auxilia ainda na elaboração do plano alimentar dos efetivos.

### **3. Complemento ao estágio curricular**

Como complemento ao estágio curricular, seguiu-se mais um período de estágio com o Médico Veterinário João Caroço. Neste estágio, entre Janeiro e Fevereiro de 2017, foi possível acompanhar o referido médico veterinário, principalmente na assistência a explorações leiteiras das regiões Centro e Sul de Portugal. Os serviços prestados consistiam predominantemente em reprodução, clínica e cirurgia de bovinos leiteiros. Foi durante este período que se proporcionou recolher a maioria dos dados utilizados para realizar o presente trabalho.

## II – Revisão Bibliográfica

### 1. O aumento da produção de leite em resposta às necessidades dos consumidores

Em todo o mundo temos assistido a mudanças no padrão de consumo de alimentos, mudanças estas que dizem respeito não só à quantidade, mas também ao tipo de alimentos ingeridos. Durante o século XX a procura por produtos de origem animal a baixo custo sofreu um grande aumento, sendo um destes produtos o leite (European Food Safety Authority [EFSA], 2009).

Em muitos países em desenvolvimento o aumento de rendimento e a crescente urbanização conduziram a mudanças nos padrões alimentares das populações, passando estas a ter uma maior proporção de alimentos de origem animal incorporados na sua dieta. De acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2013), o consumo *per capita* de leite nos países em desenvolvimento aumentou de 37,5 kg/ano em 1987, para 55,2 kg/ano em 2007, representando isto um crescimento anual de 2%.

Também nos chamados países desenvolvidos se registou um aumento do consumo de leite, embora muito menos marcado – 0,1% por ano. Em 1987 observava-se um consumo *per capita* de 208,7 kg/ano e em 2007 este consumo era de 213,7 kg/ano (FAO, 2013).

As previsões atuais apontam para que esta tendência de crescimento se mantenha, já que se espera que o consumo *per capita* de produtos lácteos nos países em desenvolvimento aumente consistentemente a médio-prazo. Este aumento será especialmente marcado no Médio Oriente e Ásia, com um crescimento de 0,8% a 1,7% por ano, sendo o produto com menor aumento de consumo o queijo, e os produtos lácteos frescos os que registam maior aumento. O consumo *per capita* nos países desenvolvidos deverá ter um aumento anual de cerca de 0,5% para os produtos lácteos frescos e de 1,1% para o leite em pó desnatado (Organisation for Economic Co-operation and Development/ Food and Agriculture Organization of the United Nations [OECD/FAO], 2016).

Para satisfazer esta crescente procura dos consumidores, a indústria leiteira evoluiu no sentido de produzir quantidades cada vez maiores e de uma forma cada vez mais eficiente através da seleção de animais que produzam maiores quantidades de leite. Graças a esta seleção, o leite produzido por vaca aumentou para mais do dobro nos últimos 40 a 50 anos (EFSA, 2009). No Reino Unido, por exemplo, a produção média individual aos 305 dias de lactação aumentou de 7637 kg para 9239 kg entre os anos 2000 e 2014 (*Centre for Dairy Information, 2015*).

Até meados de 1980 o aumento da produção leiteira deveu-se, na sua maioria, à implementação de melhores medidas de manejo, ao crescente conhecimento na área da nutrição animal e à melhor qualidade do alimento disponível para os animais. Porém, a partir do final da década de 1980 e início da década de 1990 a genética passou a ser um fator muito relevante no aumento da produção. Esta evolução foi graças à implementação em

grande escala da inseminação artificial e à distribuição mundial do sémen de touros com elevado mérito genético para a produção de leite (EFSA, 2009), mas não só; com o advento de novas metodologias de avaliação do valor genético, como o método BLUP (*Best linear unbiased prediction*) (Agricultural Research Council of South Africa, 2014) e a seleção genómica, tornou-se possível avaliar com cada vez maior precisão o potencial genético dos touros para características de interesse económico, como a produção de leite (Coutinho, Rosario, & Jorge, 2010).

## **2. A raça Holstein-Frísia e a sua utilização**

A raça mais amplamente utilizada para a produção de leite é, sem dúvida, a Holstein-Frísia (EFSA, 2009). A raça Holstein-Frísia tem origem na Holanda (Gillespie & Flanders, 2010) e para o desenvolvimento genético desta raça contribuíram as exportações que os criadores Holandeses fizeram para a América do Norte, principalmente no século XIX.

Nos Estados Unidos o desenvolvimento da raça fez-se quase exclusivamente para maior produção de leite, enquanto que na Europa se pretendia obter animais de aptidão mista – carne e leite. Tais diferenças na seleção deram origem a grupos de animais com características morfológicas diferentes; no continente Americano a raça é chamada apenas de “Holstein” mas na Europa a designação mais comum é a de “Frísia” – apesar das designações diferentes, trata-se da mesma raça bovina (Associação Portuguesa de Criadores de Raça Frísia, 2008).

É evidente a popularidade desta raça na indústria leiteira. Nos Estados Unidos da América, por exemplo, representa já 90% de todos os bovinos leiteiros registados (Gillespie & Flanders, 2010). A raça Holstein (de origem Norte Americana) espalhou-se rapidamente pela Europa e nos últimos 30 anos passou a representar 90% da população de vacas leiteiras do Reino Unido (Oltenacu & Broom, 2010). Também na Nova Zelândia aumentou a utilização desta raça na indústria leiteira: na década de 1960 a principal raça utilizada neste país era a Jersey mas na década seguinte a Holstein-Frísia representava já uma percentagem considerável dos bovinos leiteiros (DairyNZ & LIC, 2015).

## **3. Efeitos da seleção da raça Holstein-Frísia com vista a maior produção de leite**

### **3.1. Problemas de saúde associados à alta produção**

Ao abordar a seleção que tem sido feita para produzir mais leite por animal, há que refletir sobre o impacto que este tipo de seleção tem na saúde e bem-estar dos animais.

O principal problema referido por Oltenacu e Broom (2010) é o balanço energético negativo a que as vacas altas produtoras são sujeitas. Cargile e Tracy (2015) definem o balanço energético negativo (BEN) como o consumo insuficiente das calorias necessárias para suprir as exigências metabólicas. Trata-se de um problema frequente em vacas que se encontram

no periparto, começa no período pré-parto e progride, à medida que a capacidade de ingestão de matéria seca diminui até ao parto. Com a alta produção de leite surgem outros problemas, nomeadamente os de eficiência reprodutiva – o BEN causa um aumento do intervalo entre o parto e o primeiro cio subsequente, diminuição da fertilidade à primeira inseminação e às inseminações seguintes e outros problemas reprodutivos, dependendo da gravidade do desequilíbrio energético (Youngquist & Threlfael, 2007). A par destes problemas, o BEN causa imunossupressão, pois a quimiotaxia dos leucócitos diminui na presença de corpos cetónicos em circulação (Holtenius, Persson Waller, Essén-Gustavsson, Holtenius, & Hallén Sandgren, 2004). A imunidade celular constitui um importante mecanismo de defesa contra as infeções uterinas (Gilbert, 2007) e, uma vez que o BEN perturba o funcionamento da mesma, aumenta a probabilidade de ocorrência de infeções uterinas como metrites ou endometrites.

Sørensen (2007) aborda outro ponto importante: no futuro, os consumidores estarão cada vez mais atentos às condições de bem-estar em que os animais se encontram. Oltenacu e Algers (2005) alertam ainda que a garantia de bem-estar animal é importante para a imagem social de qualquer indústria de produtos de origem animal e, caso se continue a fazer a seleção de animais exclusivamente para produzir mais leite, sem considerar problemas reprodutivos, incidência de doenças e outros fatores, os produtores de leite arriscam ganhar uma imagem negativa perante um público cada vez mais informado e preocupado com o bem-estar animal. Um público que exige cada vez mais uma identificação dos produtos que garanta que provêm de animais em condições de bem-estar. Os autores enfatizam assim a importância da opinião pública para o sucesso da indústria leiteira.

### **3.2. Consanguinidade**

Gama (2002) define consanguinidade (ao nível do indivíduo) como o acasalamento de indivíduos aparentados – indivíduos que têm, entre si, ascendentes comuns – e define o coeficiente de consanguinidade de um indivíduo ( $F_x$ ) como a probabilidade de dois alelos no mesmo *locus* serem cópias do mesmo gene do mesmo ascendente comum. De uma forma mais simples,  $F_x$  pode ser encarado como a probabilidade de um indivíduo receber cópias do mesmo gene do ascendente comum por ambas as vias materna e paterna, e por isso reflete a proporção de *loci* do indivíduo que são homozigóticos. Já ao nível da população, a consanguinidade corresponde ao coeficiente médio de consanguinidade dos indivíduos que a constituem, e o coeficiente de consanguinidade de uma população corresponde à diminuição da proporção de indivíduos heterozigóticos (relativamente à população base) (Gama, 2002).

A consanguinidade tem tendência a aumentar em populações fechadas (Gama, 2002) e a seleção de animais tendo em vista apenas uma característica (na maioria dos casos a quantidade de leite produzido) pode fazer com que esta aumente, mesmo em populações

com alguma dimensão. Este aumento da consanguinidade tem vindo a ser observado entre os animais da raça Holstein-Frísia; nos Estados Unidos da América, por exemplo, os animais da raça Holstein-Frísia têm sido submetidos a uma enorme pressão de seleção para produção mais elevada desde a década de 1960; entre 1982 e 2004, o coeficiente médio de consanguinidade na população de mais de 1.000.000 de animais Holstein-Frísia registados aumentou de 1% para 5% (Cassel, 2007).

Também na Europa se verifica esta tendência: entre a população dos animais Holstein na Bélgica, o coeficiente de consanguinidade era inferior a 1% em 1965 e em 2003 era já de 3,7%, sendo que o aumento mais significativo se deu a partir dos anos 90, com o coeficiente de consanguinidade a sofrer incrementos de 0,14% por ano (Croquet, Mayeres, Gillon, Vanderick e Gengler, 2006).

Em Portugal, um estudo que envolveu 1 197 384 animais registados no ficheiro do Pedigree Nacional de bovinos da Raça Holstein concluiu que o coeficiente médio de consanguinidade da população era, à data, de 1,8% e tinha vindo a aumentar cerca de 0,03% por ano (Vasconcelos, Martins, Ferreira, & Carvalheira, 2005). O mesmo estudo concluiu também que o número de fundadores efetivos (NFe) na população de fêmeas diminuiu 18% nas duas últimas gerações de fêmeas do efetivo nacional, e que os 10 touros mais utilizados contribuíram para 21% do *pool* genético da população. Segundo Vasconcelos e colaboradores (2005) estes valores indicam uma substancial perda na variabilidade genética da população.

### **3.3. Depressão Consanguínea**

São muitas as consequências negativas da consanguinidade, especialmente a longo prazo: além da diminuição da variabilidade genética nas gerações seguintes e da consequente diminuição da eficiência do processo de seleção, a consanguinidade traz consigo a depressão consanguínea. Entendamos a depressão consanguínea como a diminuição da performance de caracteres com importância económica quando há um aumento no coeficiente de consanguinidade (Gama, 2002; Vasconcelos et al., 2005). Este efeito resulta da diminuição na heterozigotia e do aumento na frequência de genes deletérios recessivos na população (Vasconcelos et al., 2005).

De um modo geral, os caracteres mais afetados pela depressão consanguínea são também aqueles com uma heritabilidade baixa e correspondem sobretudo àqueles que estão associados ao *fitness* (ou adaptabilidade) da espécie, dos quais são exemplo os caracteres de reprodução.



Tabela 1: Relação entre heritabilidade, depressão consanguínea e heterose (Segundo Gama, L.T. (2002). Melhoramento Genético Animal. Lisboa: Escolar editora).

<b>Caracteres</b>	<b>Heritabilidade</b>	<b>Depressão consanguínea</b>	<b>Heterose</b>
Reprodutivos	Baixa (<0.2)	- - -	+++
Crescimento e produção	Intermédia (0.2-0.4)	- -	++
Composição e qualidade (produtos)	Elevada (>0.4)	-	+

A heritabilidade ( $h^2$ ) corresponde à proporção das diferenças entre animais que é transmissível à descendência. Sendo um rácio, toma valores entre 0 e 1 para dado carácter (Gama, 2002).

São vários os estudos que demonstram que entre as características que são afetadas pela depressão consanguínea estão as que se prendem com a capacidade reprodutiva. Estudos estes que mostram que o aumento do coeficiente de consanguinidade numa população de animais resulta no aumento da idade ao primeiro parto, intervalo entre partos e dias abertos (Smith et al., 1998; Thompson, Everett, & Hammerschmidt, 2000; Biffani, Samoré, & Canavesi, 2002; Mc Parland, Kearney, Rath, & Berry, 2007;). A título de exemplo consideremos o trabalho de Mc Parland e colaboradores (2007), que observaram que os animais com coeficientes de consanguinidade de 12,5% tinham intervalos entre partos 8 dias mais longos que a média dos animais incluídos no estudo (cujo coeficiente de consanguinidade médio era de 2,74%) e tinham mais dois dias e meio na idade ao primeiro parto.

Não obstante a evidente diminuição da eficiência reprodutiva, existem outras consequências da consanguinidade e que se prendem com a produtividade, saúde e longevidade dos animais. É observada uma diminuição da quantidade de leite produzida aos 305 dias (Thompson et al., 2000; Biffani et al., 2002; Croquet et al., 2006; Mc Parland et al., 2007), assim como uma diminuição na quantidade total de leite produzido (Mc Parland et al., 2007). Smith e colaboradores (1998) demonstraram que por cada aumento de 1% no coeficiente de consanguinidade a duração da lactação diminuiu, em média, 5 dias e o número total de dias de vida produtiva teve uma redução de 6 dias. A quantidade de células somáticas no leite também é maior em animais com coeficiente de consanguinidade mais elevado (Mc Parland et al., 2007), podendo estes animais chegar a ter maior incidência de mastites segundo os resultados apresentados por Sørensen e colaboradores (2006). Assim, é possível concluir que a depressão consanguínea se reflete não só na eficiência reprodutiva, mas também na saúde do úbere, produtividade e longevidade dos animais e, por conseguinte, na rentabilidade económica da exploração.

Na raça Holstein, tão amplamente utilizada, o coeficiente médio de consanguinidade aumentou ao longo do tempo, especialmente na década de 1990 (Miglior, 2000). Este aumento manifesta-se, em parte, pela depressão consanguínea que tem vindo a ser verificada. Num trabalho que reuniu dados reprodutivos de animais Holstein nos Estados Unidos da América, Norman, Wright, Hubbard, Miller, & Hutchison (2009) calcularam as médias anuais desses dados, sendo um dos objetivos verificar como tinham vindo a evoluir entre 1996 e 2007. De entre os resultados destacam-se: o intervalo entre a primeira e a última inseminação artificial (na mesma lactação) que aumentou 18 dias entre 1996 e 2007, o aumento de 10 dias (em média) nos dias abertos, e o aumento de 12 dias na média anual de intervalo entre partos.

#### **4. Indicadores importantes em bovinos de aptidão leiteira**

##### **4.1. Indicadores produtivos**

###### **4.1.1. Quantidade de leite produzido**

Tipicamente a lactação tem a duração de 305 dias, aos quais se segue um período seco que varia entre 45 e 60 dias (Ruegg, 2001). Aos 305 dias de lactação uma vaca da raça Holstein-Frísia pode produzir, em média, 9757 Kg de leite (Heins, Hansen, & Seykora, 2006b), com amplas variações entre países e sistemas de produção.

A quantidade de leite produzido por dia varia com a fase da lactação – aumenta rapidamente após o parto e atinge um *plateau* cerca de 40 a 60 dias após o parto, diminuindo depois gradualmente a um ritmo de aproximadamente 5% a 10% por mês (Ruegg, 2001).

A produção de leite varia também com a idade: a produção na primeira lactação é cerca de 15% mais baixa que na segunda lactação. A produção continua a aumentar com a idade até à sexta lactação, aproximadamente. Os animais com mais lactações podem produzir até 25% mais volume de leite quando comparados aos animais que estão na primeira lactação (Ruegg, 2001). Ainda, Wood (1969) relata que o pico de lactação é maior em animais com mais lactações.

A quantidade de leite produzido reflete também as condições ambientais a que os animais estão sujeitos; segundo Bouraqui, Lahmar, Majdoub, Djemali, e Beley (2002) a produção de leite por dia diminui com o aumento da temperatura e humidade ambientais, estando também relacionada com a diminuição da ingestão de matéria seca.

#### **4.1.2. Percentagem de gordura e proteína**

Para a raça Holstein-Frísia, as percentagens médias de gordura e proteína no leite são 3,5 e 3,1, respetivamente. A raça, a nutrição e a fase da lactação podem influenciar de forma significativa a composição do leite. No que à nutrição diz respeito, os animais alimentados maioritariamente à base de forragens produzem leite com maior percentagem de gordura e proteína do que aqueles cuja alimentação é maioritariamente à base de concentrado. Também o volume de leite influencia o teor de proteína e gordura – raças que produzem maiores quantidades de leite têm tendência a ter menores percentagens de gordura e proteína (Ruegg, 2001).

#### **4.1.3. Teor de Células Somáticas**

A contagem de células somáticas no leite é um importante critério de qualidade do leite, sendo um indicador da saúde do úbere e da prevalência de mastites clínicas e subclínicas numa exploração (O'Brien, Berry, Kelly, Meaney, & O'Callaghan, 2009). Segundo Ruegg (2001), o teor de células somáticas no leite de tanque deve ser inferior a 200 000 células/ml de leite, e a contagem de células somáticas de cada animal não deve ultrapassar as 150 000 células/ml, mensalmente. A contagem de células somáticas aumenta com o número de lactações, tal como observou O'Brien e a sua equipa (2009). Os mesmos autores estabeleceram também uma relação entre a diminuição na produção de leite e incrementos na contagem de células somáticas.

Além da contagem de células somáticas no leite de tanque, importa perceber qual a percentagem de animais cujo teor celular está acima de 200 000 células/ml. Hanks e Kossaibati (2015) recomendam que este valor não ultrapasse os 16%.

#### **4.2. Indicadores reprodutivos**

O manejo reprodutivo é altamente importante para garantir que a maior proporção da vida de uma vaca seja passada na primeira fase da curva de lactação, na qual a produção é mais elevada. Assim, torna-se um fator determinante na eficiência produtiva de uma exploração (Farin & Slenning, 2001).

##### **4.2.1. Idade ao primeiro parto e intervalo entre partos**

A idade ao primeiro parto é a média da idade à qual as vacas parem pela primeira vez (Hanks & Kossaibati, 2015). Segundo Farin e Slenning (2001), o primeiro parto deve ocorrer entre os 22 e os 24 meses.

O intervalo entre partos (IEP), é tal como o nome indica, o período de tempo que decorre entre dois partos consecutivos de uma vaca. Ribas (1997) recomenda que o intervalo entre partos esteja entre os 365 e os 380 dias; Farin e Slenning (2001) relatam que o valor médio

de intervalo entre partos nas explorações leiteiras Norte-Americanas está entre 411 e 423 dias.

Para obter um valor médio, todas as vacas têm de parir duas vezes; logo, este valor não inclui as vacas que não são inseminadas, nem as que não ficam gestantes ou que abortam. Assim, o intervalo entre partos pode não dizer muito acerca da fertilidade de uma exploração no global. Para ter uma melhor percepção da eficiência reprodutiva existem indicadores mais precisos, como o número de dias abertos, por exemplo (Farin & Slenning, 2001).

#### **4.2.2. Dias abertos**

Os dias abertos (ou intervalo parto-concepção) representam a média do intervalo de dias entre o parto e a concepção, numa exploração. Esta média deve encontrar-se entre os 85 e os 125 dias. Porém, mais importante do que saber a média de dias abertos (DA) de uma exploração é saber qual é a proporção de animais que está dentro de um dado intervalo de dias abertos (Farin e Slenning, 2001). Um intervalo de dias abertos demasiado alargado acarreta um custo económico para a exploração: Neto (2009) concluiu que, para vacas de alta produção, cada dia extra num intervalo de dias abertos entre 85 e 115 dias custa 2,43 €/vaca; já se os dias abertos estiverem compreendidos entre 116 e 145, então cada dia extra custará ao produtor 4,51 €/vaca.

#### **4.2.3. Dias em leite (DEL)**

Trata-se do número de dias em lactação em que a média das vacas se encontra. Idealmente, efetivos que têm partos ao longo de todo o ano manteriam um número de dias em leite entre 150 e 180, e este valor significa que aproximadamente 8,3% dos animais entram ou saem da produção a cada mês. Para atingir este objetivo, o intervalo entre partos deve ser de 365 dias, sendo que a lactação dura 305 dias e período seco dura 60 dias. Supondo que cada vaca teve um maneio reprodutivo adequado e não sofreu quaisquer doenças ou traumatismos que prejudiquem a lactação, então a secagem será cerca de 60 dias antes do parto. Deste modo, a média de dias em leite diz muito sobre a eficiência reprodutiva de um efetivo – uma média de dias em leite demasiado elevada indica que há menos animais que pariram recentemente do que animais que pariram há muito tempo. A ocorrência de muitos partos com entrada de muitos animais em produção, o prolongamento da lactação de alguns animais e a secagem ou refugo de muitas vacas são fatores que causam imediatamente uma variação na média de dias em leite. Logo, esta média é bastante sensível e permite detetar a ocorrência deste tipo de acontecimentos (Farin e Slenning, 2001).

#### **4.2.4. Intervalo parto – Primeira inseminação artificial**

Também chamado de “Dias em leite à primeira inseminação artificial”, é o número de dias que decorrem, em média, desde o parto até à primeira vez que uma vaca é novamente inseminada. Pode ser interpretado como um forte indicador da capacidade de deteção de cios numa exploração. No entanto, para fazer esta avaliação através dos dias em leite à 1ª inseminação, é necessário saber qual o intervalo entre partos que uma exploração deseja atingir – se o objetivo for de cerca de 12 meses entre partos, os dias de lactação à data da concepção terão de estar entre 85 e 90. Logo, os dias em leite à primeira inseminação terão de ser inferiores a este intervalo (Farin & Slenning, 2001).

Na maioria das explorações dos EUA, o intervalo parto – primeira inseminação está entre os 79 e 95 dias (Farin & Slenning, 2001). No Reino Unido, Hanks e Kossaibati (2015) relatam intervalos de 80 dias. Ribas (1997) sugere o intervalo entre 60 e 70 dias como normal para intervalo parto – primeira inseminação artificial.

#### **4.2.5. Taxa de concepção ao primeiro serviço**

Indica a proporção de vacas que, sendo inseminadas apenas uma vez, ficaram gestantes. Valores baixos desta taxa podem ser causados por uma elevada prevalência de infeções uterinas, podendo também refletir baixa eficácia na deteção de cios, má técnica de inseminação artificial ou manipulação e conservação desadequadas do sémen (Barth, 1993). O valor recomendado na literatura é 60% (Farin & Slenning, 2001), mas Lucy (2001) refere publicações que relatam taxas de concepção à primeira inseminação artificial de aproximadamente 40% - no caso de inseminação após deteção de cio - e de aproximadamente 35% quando a inseminação é feita a tempo fixo. Ribas (1997) considera que a taxa de concepção ao primeiro serviço deve estar entre 35% e 50%.

#### **4.2.6. Número de inseminações por gestação**

O número médio de inseminações necessárias por cada gestação pode ser calculado no todo das vacas que foram inseminadas, ou considerando apenas as vacas que ficaram prenhes. No primeiro caso divide-se o número total de inseminações na exploração pelo número de vacas que ficaram prenhes; no segundo caso divide-se o número total de inseminações feitas às vacas que ficaram prenhes pelo número de vacas que ficaram prenhes. A diferença entre as duas abordagens está no numerador que se utiliza (Farin & Slenning, 2001).

A primeira abordagem inclui todas as inseminações feitas, quer tenham resultado em prenhez ou não; por isso dá-nos uma ideia aproximada de como será a taxa de concepção média para a exploração. Já a abordagem que considera apenas as vacas prenhes dá-nos informações sobre a técnica de inseminação artificial, a qualidade do sémen e a eficácia da deteção de cios. De acordo com o clima em que os animais se encontram e dependendo

também de quanto tempo após o parto as vacas são inseminadas, o número médio de inseminações necessárias por concepção (considerando as vacas prenhes) pode variar entre 1,5 e 2,3 (Farin & Slenning, 2001). Porém Ribas, (1997) considera que o rácio entre inseminações artificiais e inseminações artificiais fecundantes deve estar entre 2,5 e 3.

Importa perceber que o indicador considera apenas as vacas que entram em estro e que são inseminadas, deixando de fora as que não são inseminadas. Desta forma, o número de inseminações por gestação não pode ser utilizado como medida única de avaliação da performance reprodutiva de uma exploração (Farin & Slenning, 2001).

## **5. O cruzamento entre raças como estratégia de melhoramento genético sustentável**

Evitar completamente qualquer grau de consanguinidade é extremamente restritivo, se de todo possível. As explorações que produzem leite com o objetivo de vender e obter lucro precisam de animais que sejam produtivos, e uma vez que os produtores dispõem das informações para diferenciar os animais mais eficientes daqueles menos eficientes, darão sempre prioridade à eficiência produtiva e escolherão animais que têm provavelmente algum grau de consanguinidade.

Em vez de tentar eliminar totalmente a consanguinidade, será mais eficiente tentar diminuir ou controlar alguns dos seus efeitos indesejáveis. Uma das formas de o fazer é recorrer ao cruzamento entre raças (Cassel, 2007).

O cruzamento entre raças é o acasalamento entre animais de raças distintas para assim explorar a variabilidade entre as mesmas (Gama, 2002). Apesar de já ser muito popular noutros sectores da produção animal, só agora começa a ganhar adeptos na produção leiteira, onde a raça Holstein tem sido líder (a Nova Zelândia é uma exceção, onde a maioria do efetivo leiteiro resulta de cruzamentos entre raças) (Ferris, Heins, Buckley, & Buckley, 2014). Esta prática pode ser extremamente útil, desde que: as raças escolhidas mantenham a sua identidade sem que a sua existência seja colocada em risco, e que cada uma das raças seja escolhida por forma a desempenhar o papel mais adequado (Gama, 2002).

São duas as principais razões para utilizar cruzamentos entre raças nas espécies pecuárias: tirar partido da heterose ou vigor híbrido, e aproveitar a complementaridade entre raças, explorando a diferença entre os efeitos diretos e maternos de cada uma para os caracteres de interesse. Importa porém esclarecer que os efeitos maternos de uma raça não são mais do que a diferença entre a performance de animais descendentes de um cruzamento recíproco que foram criados por mães com genótipos diferentes; já o efeito direto de uma raça é a diferença na performance média dos animais que resulta do contributo genético dessa mesma raça (Gama, 2002).

O conceito de heterose engloba dentro de si dois conceitos: heterose individual e heterose materna. A heterose individual é a diferença entre a performance média dos descendentes de dois cruzamentos recíprocos e a performance média dos animais que descendem das

duas raças puras que constituem aqueles mesmos cruzamentos. A heterose materna é a diferença de performance apresentada pelos descendentes de fêmeas cruzadas (em cruzamento recíproco) em relação aos descendentes das fêmeas puras (sendo todas acasaladas com um macho de uma terceira raça). A heterose é frequentemente expressa em percentagem da média das raças puras (Gama, 2002).

Tabela 2: Heterose individual para diferentes caracteres em bovinos leiteiros, expressa em percentagem das raças puras (adaptado por Gama (2002) de Hohenboken, W.D. 1985. Genetic Structure of Populations. 2. Matings among distantly related individuals. In: General and Quantitative Genetics (Chapman, A.B. Ed.)).

Espécie	Caracter	$h_i$
Bovinos leiteiros	IEP	-1.0
	% vacas gestantes 90 dias após o parto	11.5
	% vacas gestantes 120 dias após o parto	7.3
	Peso aos 12 meses	4.6
	Peso aos 30 meses	3.5
	Produção leiteira aos 305 dias (1ª lactação)	6.4
	Produção leiteira aos 305 dias (2ª lactação)	3.7
	Teor butíroso	0.5

Legenda: IEP, Intervalo entre partos;  $h_i$ , heterose individual;  $h_m$ , heterose materna.

Segundo Gama (2002), os caracteres com heterose mais elevada correspondem aos que apresentam normalmente uma heritabilidade mais baixa, sendo também estes os mais afetados pela depressão consanguínea, como já foi mencionado acima.

Uma grande vantagem de conhecer estes fatores - o genótipo dos indivíduos envolvidos, as diferenças entre efeitos diretos e maternos de cada raça, e a heterose individual e materna esperadas para cada característica no cruzamento considerado - é que, recorrendo a alguns cálculos (que ultrapassam o objetivo deste trabalho), será possível prever a performance esperada de um dado cruzamento (Gama, 2002).

Deste modo, adotar um sistema de cruzamento pode ser de grande interesse para produtores de leite que se preocupem com os caracteres funcionais (ou de *fitness*) dos animais, nos quais se incluem os de saúde reprodutiva, já que estes têm heritabilidade baixa e beneficiam grandemente da heterose ou vigor híbrido (M. K. Sørensen, 2007).

### 5.1. Cruzamento rotativo de três raças

Na implementação de um cruzamento de rotação com três raças (A, B e C, por exemplo), existindo inicialmente fêmeas da raça C, os machos utilizados para acasalamento/inseminação artificial entrarão na sequência A-B-C, como exemplifica a tabela 3. Cada fêmea é inseminada com o sêmen de um touro cuja raça seja a menos representada no seu genótipo (Cassel, 2007).

Tabela 3: Evolução da composição genotípica num cruzamento de rotação com três raças. (Segundo Gama, L.T. (2002). Melhoramento Genético Animal. Lisboa: Escolar editora)

Geração	Machos	Fêmeas	Descendentes
1	A	C	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$
2	B	$\frac{1}{2}A \frac{1}{2}C$	$\frac{1}{2}B \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$
3	C	$\frac{1}{2}B \frac{1}{4}A \frac{1}{4}C$	$\frac{5}{8}C \frac{1}{4}B \frac{1}{8}A$
4	A	$\frac{5}{8}C \frac{1}{4}B \frac{1}{8}A$	$\frac{9}{16}A \frac{5}{16}C \frac{1}{8}B$
5	B	$\frac{9}{16}A \frac{5}{16}C \frac{1}{8}B$	$\frac{9}{16}B \frac{9}{32}A \frac{5}{32}C$
6	C	$\frac{9}{16}B \frac{9}{32}A \frac{5}{32}C$	$\frac{37}{64}C \frac{9}{32}B \frac{9}{64}A$
...			
Equilíbrio	C	$\frac{4}{7}B \frac{2}{7}A \frac{1}{7}C$	$\frac{4}{7}C \frac{2}{7}B \frac{1}{7}A$

Um aspeto importante dos cruzamentos de rotação é que os mesmos tendem rapidamente para uma situação de equilíbrio em termos de composição de raças, em que a raça que representa a menor proporção do genótipo das fêmeas corresponde à raça do macho com que acasalam. Outra grande vantagem é que permitem um bom aproveitamento da heterose individual e materna (Gama, 2002). No entanto, há que ter em conta certos aspetos:

- O nível de complementaridade entre as raças utilizadas deve ser sempre considerado (M. K. Sørensen, 2007);
- O aproveitamento da complementaridade entre raças será sempre limitado, pois as raças incluídas na rotação não podem ser demasiado diferentes (Gama, 2002);
- Este tipo de cruzamento exige um bom manejo reprodutivo e identificação fiável dos animais, uma vez que animais de gerações e raças diferentes coabitam (Gama, 2002);
- A heterogeneidade dos animais produzidos pode ser problemática se tiverem tamanhos muito diferentes, por exemplo, levando a uma maior complexidade do manejo (Gama, 2002; M. K. Sørensen, 2007).

O número de raças a utilizar é importante, pois a heterose conseguida num cruzamento varia muito com o número de raças utilizado (Heins, Hansen, & Seykora, 2007). Por outra, cada raça que é adicionada ao sistema de cruzamento aumenta a complexidade do manejo reprodutivo (Cassel, 2007). Os cruzamentos com duas raças tendem a ter heterose de 67% ao atingir o equilíbrio (passadas oito gerações). Já os cruzamentos rotativos de três raças atingem cerca de 86% de heterose no equilíbrio. Aqueles de quatro raças atingem 93% de heterose. Com estes dados podemos observar que os cruzamentos com apenas duas raças limitam os efeitos benéficos da heterose e, não sendo fácil encontrar mais do que três raças



que se adequem igualmente a um meio ambiente específico, a utilização de mais do que três raças limita o efeito benéfico individual que cada raça pode trazer para cada característica (Heins et al., 2007). Três é então o número de raças recomendado para utilizar num sistema de cruzamento rotativo (Heins et al., 2007; Sørensen, 2007).

## 5.2. As Raças a escolher

É importante considerar que o ganho genético que cada raça traz ao cruzamento é mais importante e beneficia mais a *performance* de um dado cruzamento do que a heterose, que surge simplesmente por fazer um cruzamento. Isto não retira importância à heterose, mas serve para dizer que não se deve esperar que a heterose, por si só, melhore características já fracas numa dada raça. Posto isto, as raças destinadas a entrar num cruzamento devem ser cuidadosamente escolhidas (Cassel, 2007).

Em efetivos da raça Holstein, a primeira raça a introduzir será uma das denominadas “vermelhas nórdicas” (Vermelha Sueca, Vermelha Norueguesa, Ayrshire Finlandesa, e Vermelha Dinamarquesa). Como terceira raça, a Jersey é uma opção; porém, a introdução desta raça pode resultar numa grande variabilidade no tamanho dos animais nas gerações futuras e também na alteração da composição do leite. A raça Montbéliarde também é uma opção a considerar para terceira raça (Sørensen, 2007).

Um cruzamento rotativo comum em produção de leite inclui as raças Holstein-Frísia, Vermelha Sueca e Montbéliarde. São também estas raças que entram no cruzamento que foi objeto deste estudo. Uma vez que a raça Holstein-Frísia já foi brevemente caracterizada numa das secções anteriores deste trabalho, serão abordados agora alguns aspetos das raças Vermelha Sueca e Montbéliarde.

A raça Vermelha Sueca (Swedish Red) é uma raça de aptidão principalmente leiteira que nasceu de importações de touros Shorthorn e Ayrshire feitas da Grã-Bretanha para a Suécia, Noruega, Finlândia e Dinamarca. A partir dessas importações nasceram duas raças: a Swedish Red-and-White e a Swedish Ayrshire, com dois livros genealógicos distintos. Porém, em 1928 as associações das raças juntaram-se e deram origem àquela que hoje conhecemos como Vermelha Sueca. É uma raça conhecida pela sua fertilidade, facilidade de partos, boa saúde do úbere e robustez (University of Minnesota, 2015). No que diz respeito à sua origem, é muito semelhante à raça Vermelha Norueguesa, e por isso as duas raças podem ser incluídas no mesmo grupo – o das raças Vermelhas Nórdicas (Heins, Hansen, & Seykora, 2006a).

Figura 1: Vaca da raça Vermelha Sueca. Acedido a 21 de Julho de 2017. Disponível em: <http://www.red-dairy.com/Swedish.php>.



A Montbéliarde é uma raça de origem Francesa, originalmente de aptidão mista (Oklahoma State University Board of Regents, 2004). Sendo animais tradicionalmente criados por produtores de queijo, a qualidade do leite e a saúde do úbere foram sempre objetivos de melhoramento (Organisme de selection de la race Montbéliarde, 2007). O leite destes animais é especialmente indicado para produzir queijo, devido ao seu elevado teor de proteína. Os animais da raça são também conhecidos por ter boa conformação de membros (University of Minnesota, 2015).

Figura 2: Vaca da raça Montbéliarde. Acedido a 21 de Julho de 2017. Disponível em: <http://www.formakin-montbeliarde.com/ourbulls/oviedojb.html>



### 5.3. Impacto do sistema de cruzamento rotativo de três raças

Perante o declínio da fertilidade das vacas Holstein (Norman et al., 2009), muitos produtores de leite sentiram motivação para implementar programas de cruzamento entre raças, com o objetivo de melhorar a saúde reprodutiva dos seus efetivos. Esta motivação é demonstrada no inquérito feito por Weigel e Barlass (2003), que revela que a principal razão que levou os produtores de leite inquiridos a implementar um programa de *crossbreeding* foi a necessidade de melhorar a fertilidade, a facilidade de partos e a composição do leite.

De facto, alguns estudos mostram uma melhoria na fertilidade ao cruzar animais Holstein com outras raças. Num estudo que engloba animais de 7 explorações na Califórnia, Estados Unidos da América, Heins, Hansen, e Seykora (2006) compararam dados reprodutivos entre animais puros da raça Holstein e animais resultantes dos cruzamentos entre Holstein e Normande (HN), Montbéliarde (HM) e Vermelha Nórdica (HV) (este grupo engloba os animais das raças Vermelha Norueguesa e Vermelha Sueca já que estas são filogeneticamente muito próximas). Os autores observaram intervalos parto – primeira inseminação menores nos animais cruzados de Normande (HN) e também nos animais cruzados de Montbéliarde (HM) em relação aos animais puros Holstein-Frísia. Estes grupos de animais tinham também maior taxa de concepção à primeira inseminação artificial, quando comparadas com o grupo de vacas Holstein puras. Também nos dias abertos as vacas cruzadas mostraram ter vantagem: 52% das vacas HN, 44% das HV e 43% das HM tiveram uma média de dias abertos entre 35 e 99 dias; porém, apenas 38% das fêmeas Holstein puras tiveram uma média de dias abertos neste intervalo. O grupo das Holstein puras foi também aquele em que uma maior percentagem de animais tiveram um número de dias abertos igual ou superior a 250. Heins e colaboradores (2006) também observaram que vacas puras Holstein apresentavam, na primeira lactação, uma média de dias abertos maior quando comparadas com os cruzamentos de Holstein com Normande, Montbéliarde, e Vermelha Nórdica.

Outro estudo (Heins & Hansen, 2012) comparou indicadores de fertilidade e de produção entre vacas puras Holstein e os respetivos cruzamentos com Normande, Montbéliarde e Vermelha Nórdica. Foram observadas as lactações desde a primeira até à quinta. Também neste estudo se encontrou uma menor média de dias abertos entre as vacas descendentes dos cruzamentos quando comparadas às Holstein puras. Além disso, os animais cruzados de Holstein e Montbéliarde mostraram ter menor média de dias abertos à medida que aumentava o número de lactações, o que contraria aquilo que tem vindo a ser observado em animais Holstein (Heins & Hansen, 2012).

Os animais resultantes dos referidos cruzamentos com a raça Holstein têm também maior longevidade produtiva – as vacas da raça pura Holstein mostram ter uma taxa de sobrevivência significativamente menor que os seus cruzamentos anteriormente mencionados, tanto aos 30 dias após o parto como aos 305 dias após o parto, e também

saem da produção mais cedo que os respectivos cruzamentos (Heins et al., 2006). Noutro estudo, Heins (2007) mostra também que houve menos fêmeas Holstein a parir pela segunda vez quando comparadas com as fêmeas cruzadas. Estes dados vão de encontro aos achados de Heins, Hansen, e De Vries (2012), que observaram que existe uma maior percentagem de cruzadas a parir pela segunda, terceira ou quarta vez, quando comparadas com as Holstein puras. Também estes autores relatam que foram muito menos as vacas cruzadas que morriam antes dos 305 dias da primeira lactação (1,7%), quando comparadas com as Holstein puras (5,3%). Além da longevidade e fertilidade, importa também avaliar o impacto da implementação de um esquema de *crossbreeding* na produção de leite. Alguns estudos mostram que os animais de raça Holstein pura têm produções de leite superiores aos seus cruzamentos com Normande, Montbéliarde e Vermelha Nórdica (B. J. Heins, Hansen, & Seykora, 2006b; Heins et al., 2007). Por outro lado, noutro estudo, observaram que as descendentes dos cruzamentos de Holstein com Normande, Montbéliarde e Vermelha Nórdica produziram maior volume de leite ao longo da vida que as Holstein puras (Heins et al., 2012). Quanto à composição do leite, Weigel e Barlass (2003) escrevem que uma das vantagens de implementar um programa de *crossbreeding* é o aumento do teor de sólidos totais no leite produzido. Heins e colaboradores (2012) corroboram esta afirmação, ao observar que as vacas cruzadas de Holstein com Normande, Montbéliarde e Vermelha Nórdica produzem maior quantidade de gordura e proteína ao longo da vida quando comparadas com as Holstein puras. No entanto, outros estudos existem que mostram que as vacas Holstein puras foram superiores às cruzadas no que diz respeito à produção de gordura e proteína (Heins & Hansen, 2012; Heins et al., 2006b).

Quanto ao teor de células somáticas no leite, Heins e colaboradores (2007) dizem apenas ter observado diferenças entre as vacas Holstein puras e as descendentes do cruzamento Holstein x Normande tendo estas últimas, em média, maior teor de células somáticas. No entanto, outro estudo (Heins & Hansen, 2012) mostra que as vacas Holstein x Montbéliarde são superiores aos restantes grupos de raças no que diz respeito ao teor de células somáticas, com contagens significativamente inferiores desde a primeira até à quinta lactação. No mesmo estudo foi também observado que as vacas cruzadas de Vermelha Nórdica produziram níveis de células somáticas inferiores aos das Holstein puras tanto na primeira como na quarta lactação.

Também a frequência de nados mortos varia entre animais cruzados e animais puros: num estudo de 2016, Hazel, Heins, & Hansen compararam vacas puras Holstein com vacas descendentes dos respetivos cruzamentos com as raças Montbéliarde e Viking Red (raça resultante dos programas de melhoramento genético das raças Vermelha Sueca, Ayrshire e Vermelha Dinamarquesa) e observaram que as vacas cruzadas de Montbéliarde tinham menos 5% de nados mortos em relação às fêmeas Holstein. Os autores mencionam ainda que os vitelos descendentes do cruzamento são geralmente vendidos por um valor superior

ao dos vitelos Holstein. O maior número de vitelos vivos obtidos e a maior valorização dos vitelos cruzados resultam em maior lucro obtido da venda de machos cruzados comparando com aquele da venda de vitelos Holstein.

Em suma, segundo a literatura consultada, a utilização de um programa de cruzamento rotativo entre Holstein-Frísia e duas das outras raças acima mencionadas permite obter animais com melhor fertilidade, melhor taxa de sobrevivência e maior longevidade (Caraviello, 2004; Heins et al., 2006a; Heins & Hansen, 2012) e permite obter maior lucro com a venda de vitelos (Hazel et al., 2016). Permite também melhorar a saúde do efetivo (Heins et al., 2006b; Heins & Hansen, 2012). Da implementação deste tipo de cruzamento pode também resultar a alteração na composição do leite, com produção de maior quantidade de gordura e proteína (Weigel & Barlass, 2003; Heins et al., 2012); isto é importante, já que em algumas regiões do globo o preço do leite é cada vez mais influenciado pelo teor de sólidos (Caraviello, 2004). Os benefícios que se obtêm ao melhorar estas características podem compensar alguma perda de produção das fêmeas cruzadas quando comparadas às fêmeas Holstein puras (Heins et al., 2006b).

### **III - Avaliação de um sistema de cruzamento de raças leiteiras - Comparação de saúde, reprodução e produção entre vacas cruzadas e vacas de raça Holstein-Frísia**

#### **1. Objetivos**

Este estudo teve como objetivo determinar diferenças entre vacas puras da raça Holstein (H) e animais descendentes dos cruzamentos entre animais puros das raças Holstein e Montbéliarde (HM), e animais puros das raças Holstein e Vermelha Sueca (HS) – animais F1 - no que diz respeito a alguns parâmetros produtivos, reprodutivos e de longevidade:

- Intervalo entre partos (IEP);
- Dias abertos (DA);
- Número de inseminações artificiais necessárias para a concepção (Nº IA);
- Intervalo parto – primeira inseminação artificial, ou dias em leite à primeira inseminação artificial (DEL 1ª IA);
- Produção total de leite ao longo da vida (PLV), em Kg;
- Produção média de leite por dia, por vaca em produção (PLD), em litros por dia;
- Percentagem de gordura no leite;
- Percentagem de proteína no leite;
- Contagem de células somáticas no leite (CCS), em milhares de células por ml de leite;
- Proporção de animais eliminados antes dos 305 dias da primeira lactação;
- Sobrevivência até ao parto seguinte.

Outro objetivo do estudo foi comparar alguns dados globais entre duas explorações: uma onde é aplicado este cruzamento rotativo entre as raças Holstein, Montbéliarde e Vermelha Sueca, e outra cujos animais são da raça Holstein pura. Pretende-se, através da observação destes dados, perceber se existem diferenças entre as duas explorações e se estas podem ser atribuídas à utilização de diferentes raças de animais.

Com isto, pretende-se que o presente trabalho venha dar um contributo para o conhecimento de possíveis vantagens ou desvantagens da implementação deste cruzamento rotativo em explorações leiteiras.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Recolha e Tratamento dos dados

Os dados são de animais puros de raça Holstein-frísia e animais F1 descendentes do cruzamento entre as raças Holstein, Montbéliarde e Vermelha Sueca, provenientes de 6 explorações localizadas na região Centro-Sul de Portugal, recolhidos no período entre Fevereiro e Abril de 2017. Para obter os dados foi consultado o programa de gestão de efetivos pecuários DairyPlan C21<sup>®</sup>, utilizado pelas 6 explorações. Estes dados foram depois registados no programa Microsoft Excel<sup>®</sup> (2016).

#### 2.1.1. Indicadores produtivos e reprodutivos

Os indicadores reprodutivos (IEP, DA, N<sup>o</sup> IA, e DEL 1<sup>a</sup> IA) e indicadores produtivos (PLD, percentagem de gordura, percentagem de proteína, e CCS no leite) são dados dos animais que se encontravam em produção no momento da recolha dos dados (Tabela 4).

Tabela 4: Número de animais de cada um dos grupos de raças que se encontravam em produção, em cada exploração.

Exploração	Holstein	Holstein x Montbéliarde	Holstein x Vermelha Sueca
A	234	10	0
B	135	57	52
C	12	76	24
D	139	31	20
E	424	17	19
F	33	68	15

Os dados de intervalo entre partos (IEP) e dias abertos (DA) disponíveis são dados calculados pelo programa de gestão de efetivos pecuários, para as fêmeas que tinham sido inseminadas e para aquelas que tinham um diagnóstico de gestação positivo. Uma vez que a duração da gestação é pouco variável, tomou-se a opção de incluir os valores de IEP e DA calculados para as fêmeas prenhas (que já tinham um diagnóstico de gestação positivo), excluindo assim as que tinham apenas sido inseminadas da análise deste parâmetro.

O número de inseminações necessárias para a concepção está também registado no programa e corresponde ao número de inseminações artificiais feitas a uma vaca até que tenha sido obtido um diagnóstico de gestação positivo. Na análise deste indicador os animais foram selecionados de forma a incluir apenas as vacas registadas como prenhas (com diagnóstico de gestação positivo).

O número de dias de lactação à primeira inseminação artificial (DEL 1<sup>a</sup> IA) está também registado no programa e corresponde ao número de dias que decorreram desde o último parto de uma vaca até a mesma ter sido inseminada pela primeira vez, após esse parto. Na

análise dos DEL à 1ª IA foram ainda excluídos os 116 animais da exploração F, pois não foi possível ter acesso a estes dados nesta exploração.

Os dados de produção de leite por dia (PLD) são também fornecidos pelo programa acima mencionado e correspondem à média diária de leite produzido, por cada vaca em produção. Os valores de percentagem de gordura, percentagem de proteína e contagem de células somáticas no leite são registados no programa *DairyPlan*, correspondendo ao resultado da última visita de contraste leiteiro. Estas percentagens não estavam disponíveis para as explorações A e F, uma vez que estas não recorrem ao serviço de contraste leiteiro.

Outro indicador produtivo - a produção de leite total na vida de cada animal (PLV) - foi obtido a partir dos registos dos animais eliminados entre 1 de Janeiro de 2015 e 31 de Dezembro de 2016. Cada registo representa assim o leite total que cada vaca eliminada durante estes dois anos deu, em toda a sua vida produtiva.

Para todos os indicadores analisados, cada animal contribuiu apenas com uma observação. Assim, depois desta análise dos dados, alguns dos animais foram excluídos da amostra inicial.

Ainda, uma vez que existiam muito poucos animais nas sétima e oitava lactações, estes animais foram agrupados com aqueles que se encontravam na sexta lactação. Desta forma, passaram a constituir um grupo de animais com 6 ou mais lactações.

### 2.1.2. Indicadores de Sobrevivência e Longevidade

Para obter a proporção de animais eliminados antes dos 305 dias da primeira lactação, a proporção de animais que sobreviveu até cada parto e a PLV, foram analisados os registos de animais eliminados no período entre 1 de Janeiro de 2015 e 31 de Dezembro de 2016.

Tabela 5: Número de animais eliminados de cada raça, em cada exploração, no período entre 1 de janeiro de 2015 e 31 de Dezembro de 2016.

Exploração	Raças		
	Holstein	Holstein x Montbéliarde	Holstein x Vermelha Sueca
A	126	4	1
B	100	6	4
C	24	76	31
D	134	4	5
E	254	5	1
F	28	23	3

### 2.2. Análise estatística

Os dados de IEP, DA, Nº IA, DEL 1ª IA, PLD, PLV, percentagens de gordura e proteína, e CCS foram analisados recorrendo ao procedimento “MIXED” do programa SAS® para aplicar um Modelo Linear Generalizado Misto. Este tipo de modelo de regressão contempla não só



os efeitos fixos (cuja influência na variável de resposta pode ser contabilizada) mas também efeitos aleatórios (fatores que sabemos que têm efeito na variável de resposta, mas que não conseguimos contabilizar). Nesta análise, foram escolhidas como efeitos fixos: a raça de cada animal e o número da lactação em que cada um se encontrava (ou paridade).

Os animais provêm de explorações diferentes e sabemos que as diferenças entre as explorações (como o manejo, por exemplo) influenciam os resultados obtidos; porém, não conseguimos contabilizar este efeito. Por esta razão, a variável “exploração” foi considerada um efeito aleatório.

Para considerar uma variável como efeito aleatório esta deve cumprir, entre outros, o seguinte pressuposto: ter um número de observações semelhante em todos os níveis que a variável possa assumir. Ou seja: para considerar a exploração de proveniência como um fator aleatório cada exploração deve ter para os três genótipos (H, HM e HS) números semelhantes de animais, para que os números de observações estejam equilibrados entre as raças. Ao analisar a tabela 4, lê-se que os dados da exploração A não incluem nenhum animal resultante do cruzamento entre Holstein e Vermelha Sueca, sendo a exploração que apresenta maior desequilíbrio entre as três raças. Tendo isto em conta, para poder considerar a exploração como efeito aleatório, os animais provenientes da exploração A foram removidos da amostra para análise de: IEP, DA, N<sup>o</sup> IA, DEL 1<sup>a</sup> IA, PLD, PLV, percentagens de gordura e proteína, e CCS.

As médias de PLD, percentagem de gordura, percentagem de proteína e CCS de cada vaca podem variar com os dias em leite (DEL) em que esta se encontra. Assim, os DEL foram considerados como covariável, na análise destes indicadores.

Os valores respeitantes à PLV foram obtidos a partir dos registos dos animais eliminados nas explorações B, C, D, E e F nos anos de 2015 e 2016, representando assim o contributo que cada animal deu à exploração. Para análise dos dados de PLV foi incluído apenas um efeito fixo – a raça.

Devido à distribuição dos dados de CCS, estes foram convertidos no logaritmo de base 10 para que se adequassem melhor ao método de análise utilizado. Os resultados obtidos foram depois novamente transformados no número exponencial para que a sua interpretação fosse mais fácil.

Finalmente, na tabela 6 consta o número de animais incluídos na análise de cada indicador depois de retirar aqueles da exploração A e de ter sido feito o tratamento de dados descrito anteriormente.

Tabela 6: Número total de animais incluídos na análise de cada indicador.

	IEP	DA	Nº IA	DEL 1ª IA	PLV	PLD	% Gordura	% Proteína	CCS
Nº Animais	479	479	478	784	687	1120	859	862	857

Legenda: IEP = Intervalo entre partos, em dias; DA = número de dias abertos; Nº IA = número de inseminações necessárias para ficar gestante; DEL 1ª IA = dias em leite à 1ª inseminação artificial; PLV = Produção total na vida de cada animal, em Kg; PLD = Produção média de leite por dia em produção, em L/dia; % Gordura = percentagem de gordura no leite; % Proteína = percentagem de proteína no leite; CCS = contagem de células somáticas, em milhares de células por mililitro de leite.

Para obter a proporção de animais eliminados antes dos 305 dias da primeira lactação, foi feita uma classificação binária dos animais de cada raça: os animais que tinham sido eliminados antes dos 305 dias da primeira lactação receberam a classificação de “1”, e os animais que saíram da produção depois dos 305 dias da primeira lactação ou nas lactações seguintes receberam a classificação de “0”.

Para analisar a sobrevivência até ao parto seguinte, os animais foram classificados de forma binária em relação a cada número de partos (paridade), com “1” (pariu), ou “0” (não pariu). Por exemplo: para obter a proporção de vacas que tinha parido uma segunda vez, os animais foram classificados de “1” (pariu uma segunda vez) ou “0” (não pariu uma segunda vez).

Estas proporções foram obtidas para cada raça através da função “tapply” do programa R® (versão 3.4.0). Foi depois feito um teste de comparação entre proporções utilizando a função “pairwise.prop.test” do mesmo programa, para assim perceber se as proporções de animais eliminados eram verdadeiramente diferentes entre as diferentes raças, para um intervalo de confiança de 95%.

### 2.3. Comparação entre um efetivo de vacas Holstein puras e um efetivo de vacas cruzadas

Além das seis explorações acima mencionadas foram recolhidos alguns dados globais de uma sétima exploração – a exploração G – que tem apenas animais da raça Holstein. Foram também recolhidos alguns dados da exploração C, na qual cerca de 97% dos animais do efetivo são descendentes do cruzamento rotativo entre as raças Holstein, Montbéliarde e Vermelha Sueca. Estes dados são referentes aos anos de 2015 e 2016. Na tabela 7 figuram alguns números que caracterizam as duas explorações.

Tabela 7: Número de ordenhas diárias, proporção de animais cruzados, e valores médios do número total de animais, número de vacas em ordenha e número de vacas secas nas explorações C e G, nos anos 2015 e 2016.

Exploração	C		G	
Ano	2015	2016	2015	2016
Número de ordenhas diárias	3	3	3	3
Proporção animais cruzados	97%	97%	0	0
Número total de animais	640	628	832	862
Número de vacas em ordenha	278	288	741	781
Número de vacas secas	40	44	52	48

Foram obtidas das duas explorações as médias anuais de: IEP, DA, Nº IA, DEL à 1ª IA, PLD, percentagem de gordura e proteína no leite, CCS no leite, e percentagem de vacas eliminadas. Estes dados dizem respeito aos anos de 2015 e 2016.

Para a exploração C, estas médias anuais foram calculadas utilizando as médias mensais registadas nos anos 2015 e 2016, facultadas pela exploração; as médias anuais da exploração G foram facultadas pela mesma através de um ficheiro *Microsoft Excel*®.

Para obter os valores médios de IEP da exploração G somou-se 280 ao valor médio de DA de cada ano. Por fim, para calcular a percentagem de vacas eliminadas em cada um dos anos na exploração C dividiu-se o número de vacas eliminadas pelo número total de vacas presentes na exploração, em cada ano.

### 3. Resultados

#### 3.1. IEP, DA, DEL 1ª IA e Nº IA

Na tabela 8 figuram as médias destes indicadores para os animais das três raças: os animais da raça Holstein mostram DA e DEL 1ª IA (ou intervalo parto – primeira inseminação artificial) significativamente maiores que os animais cruzados de Vermelha Sueca ou de Montbéliarde. No caso do intervalo entre partos (IEP), as vacas Holstein puras mostraram ter um intervalo significativamente superior ao das vacas cruzadas de Montbéliarde; já a diferença observada entre fêmeas Holstein e fêmeas Holstein x Vermelha Sueca não é significativa. Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos de animais cruzados para qualquer um destes indicadores.

Quanto ao número de inseminações necessárias para a concepção (Nº IA), a análise não revelou diferenças significativas entre os três grupos de raças.

Tabela 8: Médias e erros-padrão de IEP, DA, Nº IA, e DEL 1ª IA para os animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca.

	Holstein	n	Holstein x Montbéliarde	n	Holstein x Vermelha Sueca	n
IEP	429 ± 7	311	393 ± 10**	109	401 ± 12	59
DA	149 ± 6	311	113 ± 9 **	109	120 ± 11 *	59
Nº IA	3,2 ± 0,2	311	2,6 ± 0,3**	108	2,9 ± 0,3**	59
DEL 1ª IA	70 ± 3	554	62 ± *	134	60 ± 4*	96

Nota: \* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p < 0,05$ . \*\* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p < 0,01$ .

Legenda: IEP = Intervalo entre partos, em dias; DA = número de dias abertos; Nº IA = número de inseminações necessárias para ficar gestante; DEL 1ª IA = dias em leite à primeira inseminação artificial / intervalo parto – primeira inseminação artificial.

Para os indicadores IEP, DA, DEL 1ª IA e Nº IA, o modelo utilizado mostrou que a raça tem influência significativa sobre os mesmos ( $p < 0,01$ ). A paridade mostrou afetar significativamente apenas o número de DEL 1ª IA ( $p < 0,05$ ). No entanto, em nenhum destes indicadores foi encontrada uma interação significativa entre a raça dos animais e a paridade, ou seja: a lactação em que o animal se encontra não condiciona o efeito da raça no IEP ( $p = 0,8902$ ), DA ( $p = 0,9091$ ), DEL 1ª IA ( $p = 0,3395$ ) ou Nº IA ( $p = 0,8487$ ), nem a diferença entre as raças condiciona a variação que estes indicadores sofrem com o número de lactações.

### 3.2. PLD

Quanto à produção média diária de leite (Tabela 9), constata-se que os animais da raça Holstein são de facto superiores aos dois grupos de animais cruzados produzindo, em média, mais 2,33 litros de leite por dia que as vacas cruzadas de Montbéliarde, e mais 3,74 litros diários que as vacas cruzadas de Vermelha Sueca. Não foram encontradas diferenças significativas entre os animais cruzados de Montbéliarde e os animais cruzados de Vermelha Sueca. Os resultados da análise mostraram ainda que a paridade influencia a PLD significativamente ( $p<0,01$ ), assim como os dias de lactação em que a vaca se encontra (DEL) ( $p<0,01$ ). Porém, o modelo não mostrou interações significativas entre os DEL e a raça ( $p=0,3957$ ), nem entre a raça e a paridade ( $p=0,4077$ ), ou seja: o avançar das lactações e a variação dos DEL ao longo da lactação não condicionam a forma como a raça diferente afeta a produção média diária de leite.

Tabela 9: Médias e erros-padrão da produção média de leite por dia em produção (Litros/dia), dos animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca.

Holstein	n	Holstein x Montbéliarde	n	Holstein x Vermelha Sueca	n
39,14 ± 1,96	743	36,81 ± 2,02*	247	35,40 ± 2,09**	130

Nota: \* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p<0,05$ . \*\* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p<0,01$ .

### 3.3. Percentagem de Gordura

Ao contrário daquilo que é observado para a produção diária de leite, a percentagem de gordura no leite não mostrou ser influenciada pelos DEL ( $p=0,2635$ ) nem pela paridade ( $p=0,3864$ ). Apenas a variável raça parece ter um efeito significativo no teor butiroso do leite ( $p<0,05$ ), mas este efeito não é condicionado pela paridade, já que não foi encontrada interação entre as duas variáveis ( $p=0,2372$ ). Como figura na tabela 10, os animais cruzados de Holstein e Vermelha Sueca têm, em média, maior percentagem de gordura no leite em relação aos animais Holstein (4,32% contra 3,90%, respetivamente) sendo esta diferença significativa.

Tabela 10: Médias e erros-padrão da percentagem de gordura no leite dos animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca.

Holstein	n	Holstein x Montbéliarde	n	Holstein x Vermelha Sueca	n
3,90 ± 0,30	621	4,03 ± 0,31	141	4,32 ± 0,32*	97

Nota: \* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p<0,05$ .

### 3.4. Percentagem de Proteína

Na análise da percentagem de proteína no leite, os resultados mostraram que esta não sofre influência da paridade ( $p=0,0740$ ), mas é significativamente influenciada pela raça ( $p<0,05$ ). Na tabela 11 figuram os valores médios e respetivos erros-padrão do teor proteico do leite dos animais de cada um dos grupos de raças.

Tabela 11: Médias e erros-padrão da percentagem de proteína no leite dos animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca.

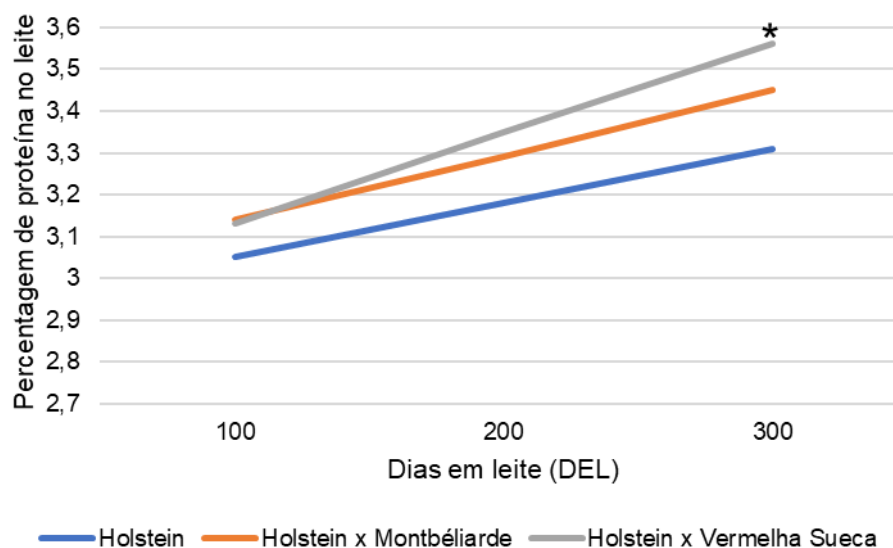
Holstein	n	Holstein x Montbéliarde	n	Holstein x Vermelha Sueca	n
3,19 ± 0,03	624	3,28 ± 0,04	141	3,35 ± 0,05*	97

Nota: \* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p<0,05$ .

As vacas cruzadas de Vermelha Sueca produziram leite com uma média de 3,35% de proteína - um valor significativamente superior àquele do leite produzido pelas vacas Holstein puras, cujo teor proteico é, em média, 3,19%. As fêmeas HM não diferem significativamente de qualquer um dos outros dois grupos.

Os resultados mostraram também não haver interação entre a raça e a paridade ( $p=0,7548$ ), pelo que o número de lactações não afeta a variação provocada por diferentes raças. Os DEL, por outro lado, têm influência sobre esta característica ( $p<0,01$ ) e além disso, existe interação significativa entre os DEL e a raça ( $p<0,01$ ). Tal como mostra o gráfico 2, a progressão nos dias de lactação afeta a variação do teor proteico do leite entre as diferentes raças. Pela observação deste gráfico é possível constatar que o teor proteico do leite das vacas cruzadas de Vermelha Sueca varia de forma diferente com o aumento dos DEL quando se compara com a variação no teor proteico do leite das vacas Holstein. Já entre as vacas Holstein e as HM a variação da percentagem de proteína no leite ao longo da lactação não é verdadeiramente diferente.

Gráfico 2: Interação entre a raça e os DEL na percentagem de proteína no leite



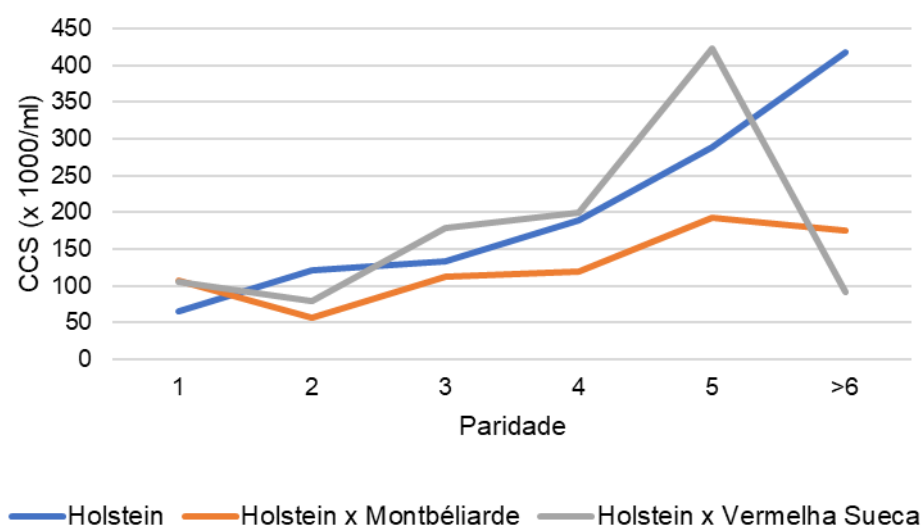
Nota: \* indica diferença significativa ( $p < 0,05$ ) de declive em relação à reta das fêmeas Holstein.

### 3.5. CCS

O modelo mostrou que a raça não exerce influência significativa sobre a média da CCS ( $p = 0,2031$ ), tal como os DEL ( $p = 0,0504$ ). Apenas a paridade tem influência significativa sobre esta característica ( $p < 0,01$ ).

Verificou-se a presença de interação entre as variáveis raça e paridade ( $p < 0,01$ ). As diferenças de CCS entre animais em paridades diferentes, de raças diferentes estão ilustradas no gráfico 3.

Gráfico 3: Interação entre raça e paridade na CCS no leite



Existindo esta interação entre raça e paridade, foram observadas diferenças significativas de CCS entre fêmeas de diferentes raças em diferentes lactações. Porém, o que se pretende neste trabalho é verificar se existem diferenças de teor de células somáticas entre fêmeas de raças diferentes, mas que estejam na mesma paridade (com o mesmo número de lactações). Não foram encontradas diferença significativas entre os três grupos de animais quando se compararam animais da mesma paridade (ou lactação) (tabela 12).

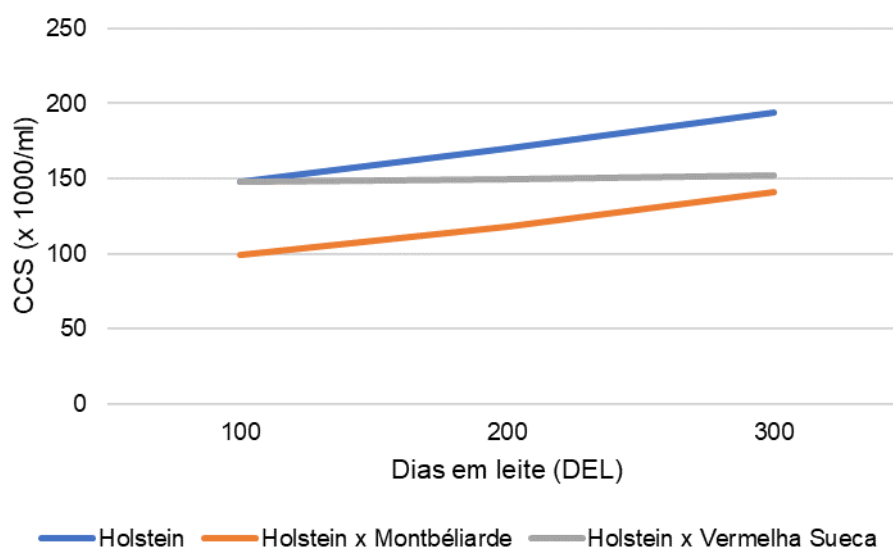
Tabela 12: Médias e respectivos erros-padrão de CCS (x1000 células/ml de leite) dos animais Holstein, Holstein x Montbéliarde, e Holstein x Vermelha Sueca, em cada paridade.

Paridade	Holstein	n	Holstein x Montbéliarde	n	Holstein x Vermelha Sueca	n
1	65 ± 1,15	223	107 ± 1,26	36	105 ± 1,30	29
2	122 ± 1,16	155	57 ± 1,24	44	79 ± 1,27	36
3	133 ± 1,17	114	112 ± 1,33	22	178 ± 1,45	12
4	189 ± 1,19	81	120 ± 1,35	22	199 ± 1,49	11
5	288 ± 1,29	30	192 ± 1,54	10	423 ± 1,69	6
>6	418 ± 1,40	16	176 ± 1,65	7	92 ± 2,09	3

Nota: \* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p < 0,05$ . \*\* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p < 0,01$ .

Verificou-se também a presença de interação entre os DEL e a raça ( $p < 0,05$ ); esta interação é ilustrada pelo gráfico 4. Porém, as médias de CCS para 100, 200 e 300 DEL não apresentam diferenças significativas. Logo, as diferentes raças não variam na CCS de forma diferente ao longo da lactação.

Gráfico 4: Interação entre raça e DEL na CCS do leite.



Nota: \* indica diferença significativa ( $p < 0,05$ ) de declive em relação à reta das fêmeas Holstein.



### 3.6. PLV

A raça mostrou ter uma influência significativa nesta característica ( $p < 0,01$ ) e não é só na produção média de leite por dia que as Holstein demonstraram ser superiores, mas também na quantidade de leite produzido ao longo da vida. Tal como é mostrado na tabela 13, as vacas da raça Holstein contribuíram, em média, com 34845 Kg durante a sua vida produtiva, sendo significativamente superiores às vacas HM e HS, que contribuíram com 23439 Kg e 25468 Kg em média, respetivamente. Os dois grupos de cruzadas não mostram diferença significativa entre si.

Tabela 13: Médias e erros-padrão da produção de leite na vida (em Kg) dos animais puros Holstein, Holstein cruzados de Montbéliarde e Holstein cruzados de Vermelha Sueca.

Holstein	n	Holstein x Montbéliarde	n	Holstein x Vermelha Sueca	n
34845 ± 8730	530	23439 ± 8825**	113	25468 ± 8960**	44

Nota: \*\* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p < 0,01$ .

### 3.7. Sobrevivência aos 305 dias da 1ª lactação

Na tabela 14 figura o número de animais (em cada grupo) que foram eliminados antes dos 305 dias da primeira lactação, assim como as percentagens que eles representam. Verificou-se que há mais vacas Holstein que não chegam ao fim da primeira lactação (11%) do que animais HM e HS (6% e 2%, respetivamente). No entanto, estas diferenças não são significativas.

Tabela 14: Número de animais Holstein, Holstein x Montbéliarde e Holstein x Vermelha Sueca que foram eliminados antes dos 305 dias da 1ª lactação, e respetivas percentagens.

Holstein		Holstein x Montbéliarde		Holstein x Vermelha Sueca	
n	%	n	%	n	%
75	11	8	6	1	2

Nota: \* indica diferença significativa em relação à percentagem das fêmeas Holstein, com  $p < 0,05$ .

\*\* indica diferença significativa em relação à média das fêmeas Holstein, com  $p < 0,01$ .

### 3.8. Sobrevivência até ao parto seguinte

Da determinação da proporção de animais de cada raça que chegava a um dado número de partos, resultaram os dados apresentados na tabela 15. Não foram encontradas diferenças entre os três grupos na percentagem de animais que chegou ao segundo parto. Porém, as percentagens de animais HM e HS que sobrevivem até ao terceiro parto são significativamente maiores que a percentagem de vacas Holstein que chega ao terceiro parto. O mesmo sucede com a percentagem de animais que chega ao quarto parto – apenas 39% das vacas Holstein incluídas na análise contra 54% e 66% dos animais HM e

HS, respetivamente. A percentagem de animais Holstein que chegou ao quinto parto (18%) foi também significativamente inferior àquela observada entre os animais HM (30%) e entre os animais HS (33%).

Tabela 15: Percentagem dos animais Holstein, Holstein x Montbéliarde e Holstein x Vermelha Sueca que chegaram a cada número de partos.

Paridade	Holstein		Holstein x Montbéliarde		Holstein x Vermelha Sueca	
	n	%	n	%	n	%
1	666	-	118	-	45	-
2	551	83	100	85	42	93
3	413	62	87	74*	37	83*
4	262	39	64	54**	30	66**
5	119	18	35	30*	15	33*

Nota: \* indica diferença significativa em relação à percentagem das fêmeas Holstein, com  $p < 0,05$ . \*\* indica diferença significativa em relação à percentagem das fêmeas Holstein, com  $p < 0,01$ .

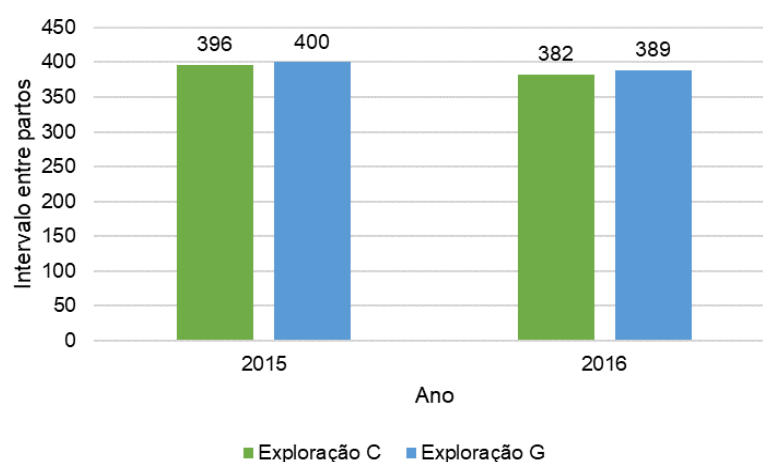
### 3.9. Comparação entre um efetivo de vacas Holstein puras e um efetivo de vacas cruzadas

Foram recolhidas as médias anuais de PLD, percentagem de gordura e proteína no leite, CCS no leite, IEP, DA Nº IA, DEL à 1ª IA, e percentagem de vacas eliminadas, nos anos 2015 e 2016, das explorações C e G.

Os valores médios anuais de IEP, DA, Nº IA e DEL à 1ª IA para cada exploração encontram-se representados nos gráficos 5, 6, 7 e 8, respetivamente.

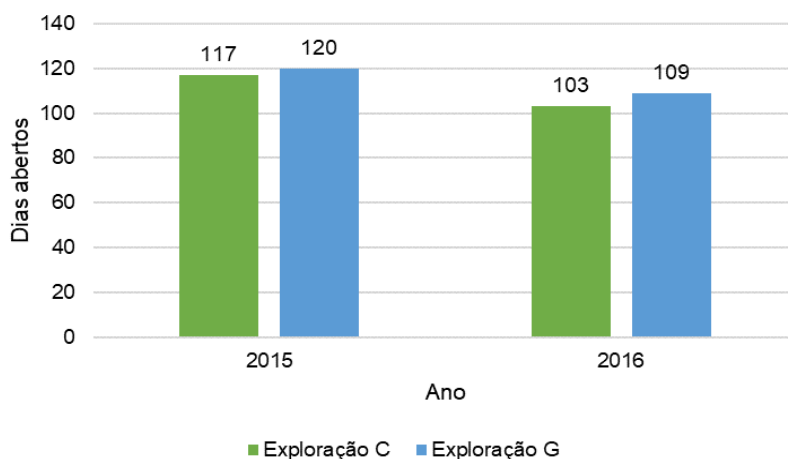
O IEP médio (gráfico 5) foi inferior na exploração C em ambos os anos: em 2015 a exploração C teve, em média, menos 4 dias de IEP que a exploração G; e em 2016 a diferença foi de 7 dias.

Gráfico 5: Valores médios do intervalo entre partos em 2015 e 2016, nas explorações C e G.



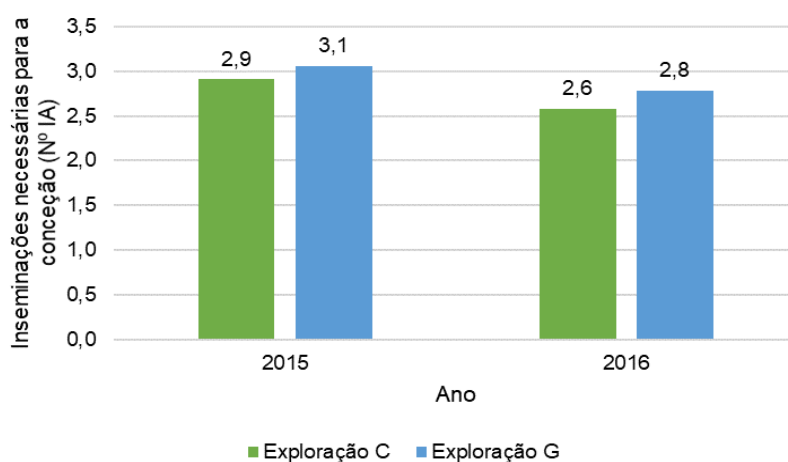
No gráfico 6 observa-se que a média de DA foi inferior na exploração C tanto em 2015 como em 2016, ainda que a diferença entre C e G seja ligeira em ambos os anos: em 2015 a média de DA na exploração C foi de 117 dias e na exploração G foi de 120 dias. Em 2016 a média foi de 103 e 109 dias para as explorações C e G, respetivamente.

Gráfico 6: Número médio de dias abertos em 2015 e 2016, nas explorações C e G



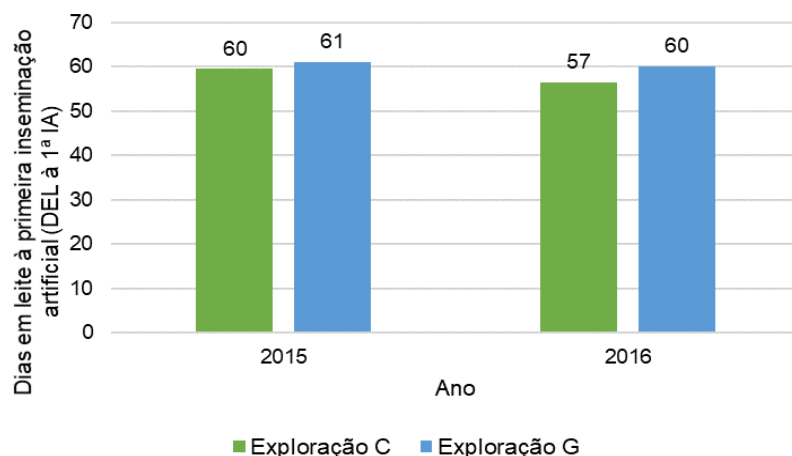
A média de Nº IA foi inferior na exploração C em 2015 e 2016, como é visível no gráfico 7. Porém, as diferenças são muitíssimo ligeiras e os valores rondam todos as 3 inseminações artificiais necessárias para a conceção, em ambas as explorações, nos dois anos em análise.

Gráfico 7: Média do número de inseminações necessárias para a conceção em 2015 e 2016, nas explorações C e G.



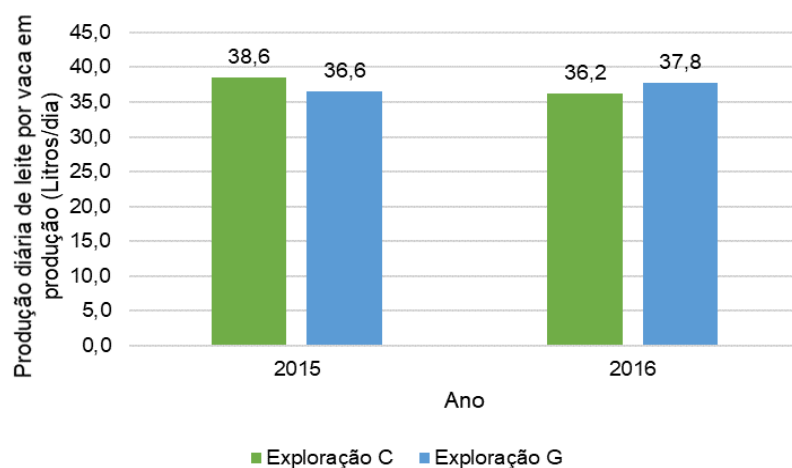
Interpretando o gráfico 8, podemos ver que a exploração C teve também médias inferiores de DEL à 1ª IA em 2015 e 2016. Em 2015, este intervalo parto – primeira inseminação artificial foi cerca de 1 dia mais curto na exploração C que na G; no ano de 2016 a diferença neste intervalo foi de 3 dias.

Gráfico 8: Média dos dias em leite à primeira inseminação artificial em 2015 e 2016, nas explorações C e G



No que diz respeito à PLD, as duas explorações não parecem diferir muito entre si: em 2015 as vacas da exploração C (efetivo composto por animais descendentes do cruzamento rotativo entre as raças Holstein, Montbéliarde e Vermelha Sueca) produziram em média mais 2 litros de leite por dia. Em 2016 a situação inverteu-se e foram as vacas da exploração G (efetivo composto por animais da raça Holstein) a produzir mais leite, sendo a diferença semelhante à anterior – 1,6 litros por dia (gráfico 9).

Gráfico 9: Médias da produção diária de leite em 2015 e 2016, nas explorações C e G.



Tanto em 2015 como em 2016 a exploração C obteve leite com maior percentagem de gordura, em média, que o leite produzido pela exploração G, tal como se observa no gráfico 10. No gráfico 11 constata-se que a percentagem de proteína no leite produzido pela exploração C foi também superior à do leite da exploração G, especialmente no ano de 2016.

Gráfico 10: Médias da percentagem de gordura no leite, em 2015 e 2016, nas explorações C e G.

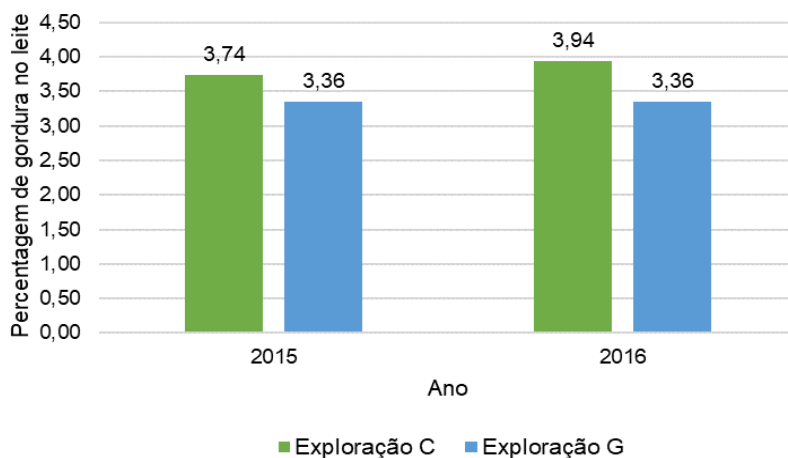
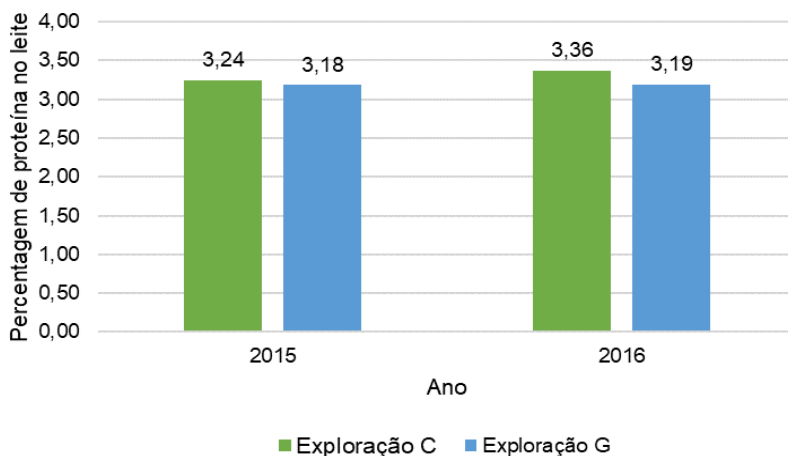
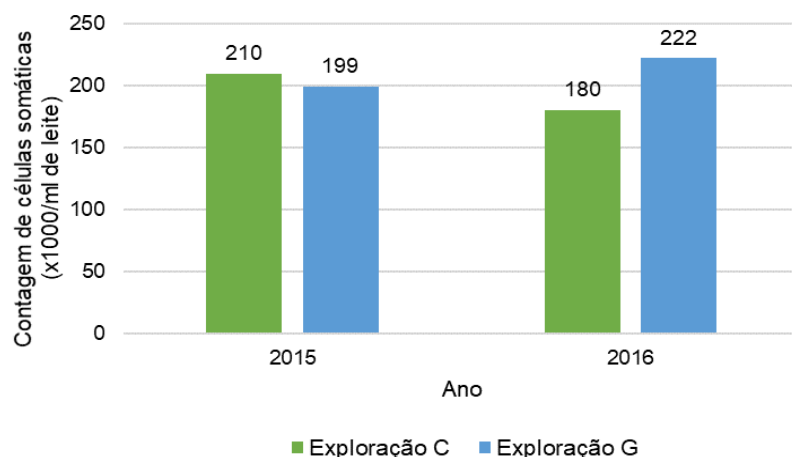


Gráfico 11: Médias da percentagem de proteína no leite, em 2015 e 2016, nas explorações C e G.



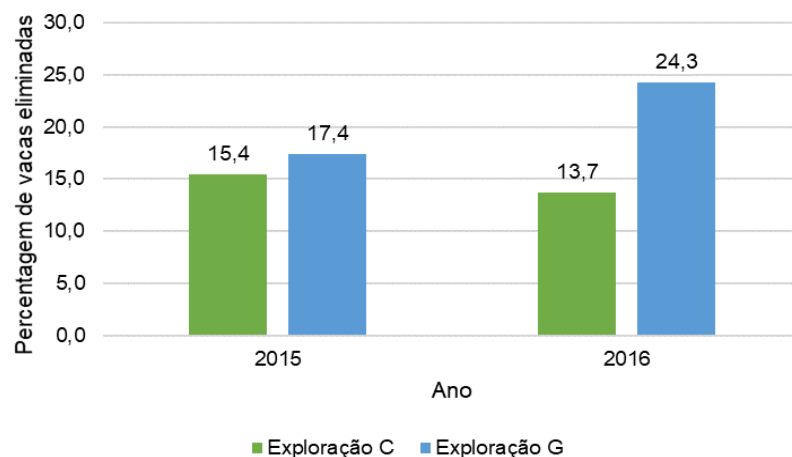
No gráfico 12 observamos que as médias da CCS não diferem muito entre as duas explorações no ano de 2015, sendo o teor de células somáticas ligeiramente maior na exploração C. Em 2016 a diferença entre as duas explorações torna-se um pouco mais acentuada, desta vez com a exploração G a ter uma média anual de CCS superior à da exploração C.

Gráfico 12: Médias da CCS no leite, em 2015 e 2016, nas explorações C e G.



Por fim, é apresentada no gráfico 13 a percentagem de vacas eliminadas em cada ano, em cada exploração. Em 2015 a exploração C teve 15,4% de vacas eliminadas contra 17,4% na exploração G. Em 2016 a percentagem de vacas eliminadas na exploração C manteve-se inferior (13,7%) à da exploração G (24,3%).

Gráfico 13: Percentagem de vacas eliminadas em 2015 e 2016, nas explorações C e G.



## **4. Discussão**

### **4.1. Resultados da análise dos dados reprodutivos**

#### **4.1.1. Intervalo entre partos**

Os resultados de IEP aqui obtidos (entre 393 e 429 dias) estão acima do intervalo recomendado - 365 a 380 dias (Ribas, 1997). Porém, não diferem muito do valor médio registado nas explorações leiteiras Norte-Americanas relatado por Farin e Slenning (2001) – entre 411 e 423 dias. Estão, em parte, de acordo com os resultados de Heins e colaboradores (2007), que observaram diferenças significativas de IEP quer entre fêmeas Holstein e fêmeas Holstein x Montbéliarde, quer entre fêmeas Holstein e fêmeas Holstein x Vermelha Nórdica. Neste estudo, os autores verificaram que apenas 44% das fêmeas Holstein puras pariram pela segunda vez dentro de 14 meses após o primeiro parto, enquanto 63% das cruzadas de Montbéliarde e 59% das cruzadas de Vermelha Nórdica pariram pela segunda vez no mesmo período de tempo.

#### **4.1.2. Dias abertos**

Os resultados da análise dos dias DA vão de encontro aos apresentados por Heins e Hansen (2012) que verificaram que, em média, as vacas Holstein x Montbéliarde tiveram menos 26 DA que as Holstein, e as cruzadas de Vermelha Nórdica tiveram menos 12 DA que as Holstein. Porém, as diferenças encontradas no presente estudo foram mais marcadas: as vacas HM apresentaram menos 41 DA que as Holstein, e as HS apresentaram menos 34 DA que as Holstein. Heins, Hansen, e Seykora, (2006a) também verificaram a mesma tendência ao observar que houve mais animais cruzados de Montbéliarde e cruzados de Vermelha Nórdica do que animais Holstein a ter DA entre 35 e 99 dias, sendo que houve muito mais animais Holstein a mostrar um intervalo de DA superior a 250.

O número de DA mais elevado dos animais Holstein em comparação com os cruzados de Montbéliarde e cruzados de Vermelha Sueca pode ser devido à depressão consanguínea (Heins & Hansen, 2012). Em 2005 o coeficiente de consanguinidade médio da população Holstein em Portugal era de 1,8% (Vasconcelos et al., 2005); apesar deste coeficiente não ser tão elevado como o que é relatado por Cassel (2007) nos EUA, pode ainda assim contribuir para o declínio reprodutivo que conduz às diferenças aqui observadas nos DA. A maior PLD observada nas Holstein em relação às cruzadas (diferença também observada no presente trabalho) pode estar relacionada com o maior intervalo de DA que o grupo das Holstein apresenta, dada a correlação genética desfavorável entre estas duas características (Hansen, Freeman, & Berger, 1983; VanRaden et al., 2004) que indica que animais com maior produção de leite terão tendência a ter intervalos de DA maiores.

Todas as explorações utilizam, em algum grau, protocolos de sincronização, e este fator não é contemplado nesta análise. Porém, Heins e Hansen (2012) sugerem que sem a aplicação de protocolos de sincronização, a diferença de DA observada entre animais puros e animais resultantes dos cruzamentos poderia ser ainda maior. No entanto, não foram encontradas publicações sobre a amplitude do efeito destes protocolos sobre animais de raça Holstein ou animais cruzados de Montbéliarde ou Vermelha Sueca.

#### **4.1.3. Intervalo parto – primeira inseminação**

Os resultados obtidos para média de DEL 1ª IA estão dentro do intervalo considerado ideal por Ribas (1997) – 60 a 70 dias - estando abaixo dos intervalos relatados quer por Farin e Slenning (2001) nos EUA, quer por Hanks e Kossaibati (2015) no Reino Unido.

Os resultados mostram que as vacas Holstein puras têm, em média, mais 8 DEL à 1ª IA que as cruzadas de Montbéliarde, e mais 10 DEL à 1ª IA que as cruzadas de Vermelha Sueca. Estas diferenças são semelhantes às aquelas descritas por Heins e Hansen (2012) que também verificaram que as vacas Holstein tinham, em média, intervalos parto – primeira inseminação artificial maiores que as cruzadas de Montbéliarde e que as cruzadas de Vermelha Nórdica. Os autores desse trabalho mencionam ainda que as diferenças neste parâmetro podem dever-se à maior dificuldade de partos observada pelas fêmeas Holstein quando comparadas com as cruzadas, referindo outro estudo (Heins, Hansen, & Seykora, 2006c). Assim, essa pode ser uma explicação para as diferenças encontradas no presente trabalho. Os mesmos autores, embora noutro trabalho (Heins, Hansen, & Seykora, 2006a), obtiveram resultados semelhantes em que as fêmeas da raça Montbéliarde foram, em média, inseminadas mais cedo que as fêmeas Holstein.

Os resultados do presente trabalho vão também de encontro aos de Ntallaris e colaboradores (2017) que verificaram que uma maior percentagem de vacas de raça Vermelha Sueca retornaram à ciclicidade 21 dias após o parto quando comparadas com vacas Holstein. No mesmo estudo, os autores mostraram também que as mesmas vacas Holstein apresentavam pior condição corporal aos 120 dias pós-parto que as vacas da raça Vermelha Sueca, e que as vacas Holstein sofrem um déficit energético maior aos 120 dias pós-parto; os autores sugerem então que as vacas de raça Vermelha Sueca terão menor predisposição a mobilizar as reservas corporais que as vacas Holstein uma vez que estão sujeitas a um desequilíbrio energético menor no início da lactação, tendo por isso melhor condição corporal. Os autores sugerem ainda que as diferenças no desequilíbrio energético que os animais de cada raça experimentam podem ser devidas à tendência que as vacas Holstein têm para produzir mais leite. Sugerem também que a diferença no metabolismo energético entre Vermelhas Suecas e Holstein pode conferir às primeiras alguma vantagem, na medida em que conseguem fazer face às exigências energéticas permitindo que alguma energia seja utilizada nos processos reprodutivos.



Heins e colaboradores (2006a) referem ainda que os protocolos de sincronização utilizados em muitas das explorações podem atenuar as diferenças observadas nos DEL 1ª IA entre fêmeas Holstein e fêmeas cruzadas; a mesma hipótese pode ser colocada para os resultados aqui apresentados, apesar de não terem sido encontradas publicações sobre a amplitude do efeito destes protocolos sobre fêmeas puras Holstein ou sobre fêmeas cruzadas de Montbéliarde ou de Vermelha Sueca.

#### **4.1.4. Número de inseminações necessárias para a concepção**

Quanto ao número de inseminações necessárias para a concepção – N° IA - não foram encontradas diferenças significativas entre as vacas Holstein e qualquer um dos grupos de fêmeas cruzadas. Os resultados obtidos vão ao encontro do intervalo aconselhado por Ribas (1997) – 2,5 a 3. Uma vez que o dado se obteve selecionando as vacas que estavam prenhes, este valor informa-nos sobre a técnica de inseminação artificial na exploração, a qualidade do sémen e a eficácia da detecção de cios na exploração (Farin & Slenning, 2001) (ver secção 4.2.6 do capítulo II). Posto isto, se um animal não fizer uma boa expressão do cio será mais difícil detetá-lo; logo, estes números dão-nos alguma indicação acerca da saúde reprodutiva em cada um dos grupos de raças e podemos inferir, até certo ponto, que eventuais diferenças na saúde reprodutiva entre os animais dos três grupos de raças não provocam neles diferentes intensidades na expressão do cio. Entenda-se que as diferenças no manejo reprodutivo entre as explorações, diferenças essas que influenciam este parâmetro (qualidade do sémen adquirido, qualidade da técnica de inseminação artificial ou detecção de cios) são contempladas na análise estatística ao considerar a exploração como efeito aleatório.

#### **4.1.5. Avaliação crítica das diferenças de IEP, DA, DEL 1ª IA e N° IA**

Os resultados de IEP, DA, DEL 1ª IA e N° IA vão, em parte, de encontro à literatura consultada, que diz que os caracteres reprodutivos têm geralmente menor heritabilidade, sendo estes os que beneficiam mais da heterose (Gama, 2002). É também relevante mencionar que os animais das raças Montbéliarde e Vermelha Sueca foram sofrendo uma seleção mais intensa para melhor condição corporal do que os animais da raça Holstein. Heins e Hansen (2012) salientam que esta diferença na condição corporal pode contribuir para as diferenças observadas nos caracteres reprodutivos. A condição corporal diferente entre animais puros e animais cruzados pode então contribuir para as diferenças encontradas no IEP, nos DA e nos DEL 1ª IA no presente estudo.

A análise destes parâmetros é muito importante, não só para avaliar a eficiência reprodutiva dos animais mas também porque a saúde reprodutiva afeta a sua longevidade – Pinedo, De Vries, e Webb, (2010) procuraram as razões mais frequentes para eliminação de animais da

produção e verificaram que a razão mais frequente de eliminação das vacas na primeira e segunda lactações foi insuficiência reprodutiva. As vacas candidatas a deixar a produção por insuficiência reprodutiva eram aquelas que exigiam mais inseminações artificiais para ficar gestantes, as que tinham maior intervalo parto – primeira inseminação, e as que tinham um intervalo de DA superior a 90.

Importa ter em conta que os resultados da primeira geração de qualquer cruzamento podem ser enganadores, uma vez que a heterose individual é máxima nos animais F1 (Gama, 2002), e são precisamente os animais F1 que são alvo de análise no presente trabalho. Assim, se procurarmos diferenças nos mesmos parâmetros entre animais puros e animais descendentes dos cruzamentos em questão, mas após algumas gerações (mais próximo de se atingir o equilíbrio), poderemos não encontrar diferenças tão grandes entre vacas puras e vacas cruzadas.

Uma alternativa à abordagem utilizada para a análise estatística seria agrupar os valores assumidos pelas variáveis em classes e avaliar depois o número de observações em cada classe. O trabalho de Heins, Hansen, e Seykora (2006) é exemplo desse tipo de abordagem; neste trabalho, os autores agruparam os dias abertos em classes – 35 a 99 dias, 100 a 174 dias, 175 a 249 dias e mais de 250 dias – e analisaram depois a percentagem de animais de cada raça em cada classe de DA. No entanto, esta abordagem dar-nos-ia informações sobre proporções de animais de cada genética com DA incluídos em certos intervalos mas não sobre as diferenças médias de DA entre os três grupos de animais, o que foi conseguido no presente estudo.

## **4.2. Resultados da análise dos dados produtivos**

### **4.2.1. Produção diária de leite**

Os resultados da análise da PLD mostram-nos que as vacas Holstein produzem, em média, mais leite por dia que as HM ou que as HS. Heins, Hansen, e Seykora (2006b) também verificaram que as Holstein são superiores às cruzadas quanto à produção de leite – os autores observaram que as fêmeas Holstein produziram mais leite aos 305 dias da primeira lactação do que as vacas descendentes de qualquer um dos cruzamentos.

### **4.2.2. Percentagem de gordura no leite**

O valor da média de percentagem de gordura no leite das vacas Holstein (3,9%) não difere muito do valor que é descrito por Ruegg (2001) para esta raça (3,1%). O resultado obtido para os animais cruzados de Vermelha Sueca (4,32%) é igual à percentagem de gordura no leite descrita para a raça (“European Red Dairy Breed Association,” 2009), e a percentagem de gordura no leite obtida para as cruzadas de Montbéliarde (4,03%) não está muito distante da que é descrita para os animais da raça Montbéliarde (3,9%) (University of Minnesota,

2015). Em parte, os resultados obtidos no presente trabalho vão de encontro aos de Heins e colaboradores (2007), que verificaram que tanto as vacas HM como as Holstein x Vermelha Nórdica (HV) produziram leite com maior percentagem de gordura que as vacas Holstein ao longo de 4 lactações. No entanto, no presente trabalho não se encontrou uma diferença significativa entre animais Holstein e animais cruzados de Montbéliarde. Heins e colaboradores (2007) verificaram também que, entre os três grupos de raças, as vacas Holstein foram as que produziram, em média, maior quantidade de gordura no leite. Heins e colaboradores (2006b), noutro trabalho, obtiveram resultados semelhantes. Estes resultados parecem apontar para conclusões opostas mas, na verdade, as vacas Holstein produzem maior quantidade de gordura na totalidade porque também produzem mais leite na totalidade (Heinrichs, Jones, & Bailey, 2017). As raças que produzem maiores quantidades de leite têm tendência para produzir leite com menor percentagem de gordura (Ruegg, 2001), e esta tendência pode contribuir para as diferenças encontradas no presente trabalho entre fêmeas Holstein e fêmeas cruzadas.

#### **4.2.3. Percentagem de proteína no leite**

A percentagem média de proteína no leite produzido pelas vacas Holstein incluídas no presente estudo foi 3,19%, ligeiramente superior aos 3,1% descritos por Ruegg (2001). O valor obtido para o leite das vacas HM (3,28%) é ligeiramente inferior àquele descrito para a raça Montbéliarde – 3,4% (University of Minnesota, 2015). O resultado para o teor proteico do leite das vacas HS (3,35%) difere ligeiramente daquele que está descrito para a raça Vermelha Sueca (3,49%) (“European Red Dairy Breed Association,” 2009). Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os de Heins, Hansen, e De Vries (2012) mas apenas em parte, já que os autores relatam que tanto as vacas cruzadas de Montbéliarde como as cruzadas de Vermelha Nórdica produziram leite com maior percentagem de proteína que o leite produzido pelas vacas Holstein, e no presente trabalho apenas as cruzadas de Vermelha Sueca apresentam diferenças significativas em relação às Holstein. Heins e os seus colaboradores (2012) apresentam, no entanto, quantidades de proteína no leite superiores para as vacas Holstein em relação às vacas descendentes dos cruzamentos, tal como se verificou com a gordura noutros trabalhos acima mencionados (Heins et al., 2006b; Heins et al., 2007).

Quanto aos resultados de teor proteico do presente trabalho, as diferenças encontradas podem dever-se em parte à tendência que existe nas raças que produzem mais leite para produzir leite com menor teor proteico (Ruegg, 2001). Os resultados da tabela 12 não só ilustram que o teor proteico do leite aumenta ao longo da lactação mas também mostram que isto acontece para os três grupos de raças envolvidos. Os animais HS sofrem um aumento ao longo da lactação que é mais acentuado do que aquele sofrido pelos animais

Holstein (gráfico 2). Não foram encontradas referências bibliográficas que abordassem a evolução do teor proteico do leite ao longo da lactação em raças diferentes.

#### **4.2.4. Contagem de células somáticas**

A CCS foi, em média, inferior a 200 000 células/ml de leite nos três grupos de raças, nas primeiras quatro lactações. Porém, os animais Holstein que se encontravam na quinta lactação ou para além desta registaram uma média de CCS superior a esse valor e as vacas cruzadas de Vermelha Sueca que se encontravam na quinta lactação ultrapassaram-no largamente, registando 423 000 células/ml de leite; este valor está de facto muito acima dos valores observados nos animais nas restantes lactações. A média de CCS mostrada pelos animais deste cruzamento com seis ou mais lactações (92 000 células/ml) também desperta algum interesse, pois estando muito abaixo do que é observado nas lactações imediatamente anteriores contraria de alguma forma aquilo que consta na literatura, que nos diz que a CCS tende a aumentar com a idade dos animais (O'Brien et al., 2009). Também nas cruzadas de Montbéliarde se observa uma média de CCS superior nos animais na quinta lactação em relação aos animais nas lactações seguintes, embora seja uma diferença menor. É possível que estes valores se devam à boa saúde do úbere que já é característica das raças Montbéliarde e Vermelha Sueca, e para a qual estas foram sendo selecionadas (University of Minnesota, 2015) – na verdade, animais com longevidade produtiva e boa saúde do úbere seriam candidatos a apresentar estas médias de CCS em lactações tão avançadas.

A interação encontrada entre a raça e a paridade dos animais ilustra como as raças diferentes sofrem variações diferentes no teor de células somáticas no leite com o número de lactações, apesar de não haver diferenças significativas entre animais da mesma paridade. Não foi encontrada uma explicação para o aumento acentuado na média de CCS das vacas cruzadas de Vermelha Sueca entre a quarta e a quinta lactação. Os animais HM parecem ter aumentos menos acentuados com o avançar nas lactações que os animais Holstein ou que os HS (ver gráfico 3); talvez estes animais tenham melhor capacidade de manter uma boa saúde do úbere ao longo da vida produtiva em relação aos animais dos outros dois grupos de raças estudados. Aliás, a seleção e aperfeiçoamento da raça Montbéliarde foram feitos com vista, entre outras características, ao baixo teor de células somáticas no leite (University of Minnesota, 2015).

Os resultados apresentados neste trabalho não estão de acordo com os resultados de Heins e Hansen (2012) que mostraram que tanto as vacas HM como as HV produziram leite com menor CCS que as vacas da raça Holstein. Por outro lado, Heins e a sua equipa (2007) obtiveram resultados semelhantes aos que figuram no presente trabalho – ao comparar a CCS no leite de vacas de várias paridades não encontraram diferenças significativas entre

Holstein, cruzadas de Montbéliarde e cruzadas de Vermelha Nórdica. O teor de células somáticas no leite não é um carácter que seja muito afetado pela heterose ou vigor híbrido (Prendiville, Pierce, & Buckley, 2010; Norberg, Sorensen, Byskov, & Kargo, 2014) e isso talvez explique porque não foram encontradas diferenças significativas entre os animais dos três grupos de raças.

Além de obter a média de CCS no leite dos animais de cada raça, seria de interesse saber qual a percentagem de animais com CCS superior a 200 000 células/ml de leite, em cada um dos três grupos de raças. Hanks e Kossaibati (2015) recomendam que esta percentagem não ultrapasse os 16%.

#### **4.2.5. Produção de leite na vida**

Os resultados obtidos neste trabalho não estão de acordo com os que constam no trabalho de Heins e colaboradores (2012): nele compararam a produção de leite total durante a vida entre vacas Holstein, vacas cruzadas de Montbéliarde e vacas cruzadas de Vermelha Nórdica; concluíram que as vacas HM tinham produzido mais 4805 Kg de leite que as Holstein puras, e que as HV tinham produzido mais 3190Kg. Os autores atribuem estas diferenças à maior longevidade produtiva que as cruzadas têm em relação às Holstein puras – ao permanecerem mais tempo em produção contribuíram com maior volume de leite que as Holstein.

É importante ter em conta que a amostra utilizada para análise era composta por animais que já tinham sido eliminados da produção e, entre estes, o número de animais Holstein x Montbéliarde e Holstein x Vermelha Sueca era muito inferior ao número de fêmeas puras Holstein (ver tabela 5). Isto deve-se ao facto de a maioria das explorações em estudo ter começado a aplicar este cruzamento há relativamente pouco tempo, tendo ainda poucas vacas cruzadas no seu efetivo.

Além das fêmeas cruzadas existirem em número inferior, se têm melhor longevidade produtiva então só algumas (com produção mais baixa, problemas reprodutivos, ou outros) terão sido eliminadas da produção, fazendo com que o seu contributo para a exploração seja pouco representado na amostra em análise.

Assim, talvez a população de animais eliminados não seja a ideal para comparar o contributo total de leite na vida entre vacas puras e vacas cruzadas.

#### **4.3. Resultados da análise dos dados de sobrevivência aos 305 dias da 1ª lactação**

Apesar de as diferenças encontradas no presente trabalho não serem significativas, vão ao encontro dos resultados apresentados noutros trabalhos (Heins et al., 2006a; Heins et al., 2007; Heins & Hansen, 2012), nos quais se observou que uma maior percentagem das fêmeas cruzadas de Montbéliarde e de Vermelha Nórdica permaneceu em produção para além dos 305 dias da primeira lactação, quando comparadas com as fêmeas Holstein. Heins

e colaboradores (2012) por exemplo, verificaram que 7% das fêmeas HM e 6,2% das fêmeas HV tinham sido eliminadas antes dos 305 dias da primeira lactação; porém, entre as fêmeas Holstein esta percentagem foi de 15,9%.

#### **4.4. Resultados da análise dos dados de sobrevivência ao parto seguinte**

Em relação à percentagem de animais que parem pela segunda vez, os resultados obtidos no presente trabalho não estão de acordo com os de Heins e colaboradores (2012) – neste trabalho os autores verificaram que tanto as cruzadas de Montbéliarde como as cruzadas de Vermelha Nórdica apresentavam maiores percentagens de animais que chegavam ao segundo parto, em relação às fêmeas Holstein. No entanto, em relação ao terceiro, quarto e quinto partos, os autores obtiveram resultados semelhantes aos que são aqui apresentados, pois observaram que as vacas cruzadas (tanto de Montbéliarde como de Vermelha Nórdica) excedem as vacas puras Holstein, não só na percentagem de animais que parem pela terceira vez, mas também na percentagem de animais que pare pela quarta vez.

As diferenças encontradas (tabela 17) indicam que tanto as vacas HM como as HS incluídas no presente estudo têm, em média, maior longevidade produtiva que as vacas Holstein puras incluídas.

#### **4.5. Distribuição dos dados analisados**

Um dos pressupostos para utilizar o procedimento “MIXED” do programa SAS® é que a distribuição dos dados seja normal (SAS Institute Inc., 2008). No entanto, os dados das variáveis IEP, DA, Nº IA, DEL 1ª IA, PLD, PLV, percentagem de gordura, percentagem de proteína, e CCS desviam-se daquela que seria uma distribuição dita normal e isto pode fazer com que o modelo utilizado permita a ocorrência de mais erros do tipo I (Oberfeld & Franke, 2013). Havendo maior probabilidade de erros do tipo I, existe maior probabilidade de rejeitar a hipótese nula erradamente em situações em que ela se confirma na população (Banerjee, Chitnis, Jadhav, Bhawalkar, & Chaudhury, 2009), ou seja: encontrar diferenças significativas onde na realidade estas não existem.

Importa, no entanto, referir que a amostra utilizada na análise das variáveis acima mencionadas é grande, variando entre n=687 e n=1119, e que para amostras maiores a probabilidade de ocorrência de erros do tipo I diminui (Banerjee et al., 2009).

Os dados de CCS são os dados cuja distribuição mais se afasta de uma distribuição normal; por essa razão os dados foram convertidos no logaritmo de base 10 e assim adotaram uma distribuição aproximadamente normal. Desta forma, o modelo utilizado na análise estatística adequa-se melhor aos dados.

#### **4.6. Comparação entre um efetivo de vacas Holstein puras e um efetivo de vacas cruzadas**

Embora não tenha sido feita uma análise estatística destes dados, é importante fazer a sua observação para tentar perceber, de forma sumária, quais as principais diferenças entre uma exploração cujos animais são de raça Holstein pura e uma exploração cujos animais são descendentes do cruzamento rotativo entre Holstein, Montbéliarde e Vermelha Sueca. A leitura dos dados da exploração C (efetivo descendente do cruzamento) e dos dados da exploração G (efetivo inteiramente Holstein) permite-nos perceber, até certo ponto, que resultados podem ser atingidos com cada um dos tipos de genética, sabendo que ambas as explorações foram selecionadas para o presente trabalho por terem reconhecidamente um excelente manejo.

##### **4.6.1. Média anual de intervalo entre partos**

O IEP médio foi inferior na exploração C tanto em 2015 como em 2016 (ver gráfico 5). Os valores vão de encontro aos resultados apresentados no presente estudo, mas apenas em parte, uma vez que mostram que as fêmeas Holstein têm maior IEP que as fêmeas cruzadas mas a diferença entre fêmeas Holstein e fêmeas Holstein x Vermelha Sueca não mostrou ser significativa.

Estas médias anuais são inferiores ao intervalo relatado por Farin e Slenning (2001) – entre 411 e 423 dias.

##### **4.6.2. Média anual de dias abertos**

A média de DA foi inferior nos animais da exploração C: em 2015 tiveram, em média, menos 3 DA que os animais da exploração G, e em 2016 a diferença foi, em média, de menos 6 DA (ver gráfico 6). Estas diferenças são muito menos marcadas que as diferenças no intervalo de DA entre vacas Holstein e seus respetivos cruzamentos com as raças Montbéliarde e Vermelha Sueca, que figuram na tabela 8.

##### **4.6.3. Média anual de número de inseminações necessárias para a concepção**

A média anual de Nº IA foi muito semelhante nas explorações C e G, nos dois anos; isto significa que em 2015 e em 2016 as vacas da exploração C necessitaram, em média, do mesmo número de inseminações artificiais para ficar gestantes que as vacas da exploração G (ver gráfico 7). Estes números aproximam-se dos resultados obtidos no presente trabalho.

##### **4.6.4. Média anual de Intervalo parto – primeira inseminação artificial**

A média do intervalo parto – primeira inseminação (DEL 1ª IA) foi inferior na exploração C em 2015 e 2016. No entanto, a diferença neste intervalo foi de apenas 1 dia no ano 2015, e foi de 3 dias no ano 2016. A diferença entre as duas explorações é muito menos acentuada

que as diferenças encontradas para os DEL 1ª IA entre animais Holstein e animais HM e HS, que resultaram da análise feita no presente trabalho (ver tabela 18).

#### **4.6.5. Média anual de produção de leite por dia, por vaca em produção**

No que diz respeito à PLD, as duas explorações apresentaram uma diferença que ronda apenas os dois litros de leite por dia, tanto no ano 2015 como no ano 2016 (ver gráfico 9). Porém, em 2016, a exploração C reduziu o número de ordenhas diárias de três para duas, devido a restrições à entrega de leite. Com certeza esta redução terá afetado a média diária de leite, pelo que só será correto discutir a diferença na PLD entre as duas explorações no ano 2015. Esta diferença é menor que a que foi observada neste trabalho entre as vacas Holstein puras e os respetivos cruzamentos com Montbéliarde e Vermelha Sueca.

#### **4.6.6. Médias anuais de percentagem de gordura e percentagem de proteína**

Quanto ao teor butíroso e teor proteico do leite, a exploração C produziu leite cujas percentagens de gordura e proteína foram, em média, superiores às do leite produzido pela exploração G. Isto verificou-se em 2015 e em 2016 (ver gráficos 10 e 11). Esta tendência está de acordo com os resultados obtidos na análise estatística do presente trabalho – as vacas cruzadas de Montbéliarde e as cruzadas de Vermelha Sueca foram superiores às Holstein na percentagem de gordura e proteína no leite.

#### **4.6.7. Média anual de Contagem de células somáticas**

As médias de CCS no leite para os anos de 2015 e 2016 não diferem muito entre as explorações C e G (ver gráfico 12). No entanto, a média anual de CCS chegou a ser superior a 200 000 células/ml nas duas explorações – na exploração C em 2015 e na exploração G em 2016. Esta diferença pouco marcada entre as duas explorações vai de encontro aos resultados obtidos no presente trabalho, no qual não foram encontradas diferenças significativas no teor de células somáticas do leite entre vacas Holstein, vacas HM e vacas HS.

#### **4.6.8. Percentagem de animais eliminados por ano**

A percentagem de vacas eliminadas da exploração G foi superior em ambos os anos, embora a diferença entre as duas explorações tenha sido mais acentuada em 2016. Impõe-se esclarecer que a exploração G optou pelo refúgio de mais animais em 2016, limitando a produção para fazer face às restrições de entrega de leite, tal como a exploração C reduziu o número de ordenhas. Desta forma, apenas podemos analisar a diferença entre as duas explorações que diz respeito ao ano de 2015. Esta diferença pode refletir que o efetivo em produção na exploração G sofre mais renovação que o efetivo em produção na exploração C, podendo isso ser indicador de que os animais da exploração G têm menor longevidade



produtiva. Porém, um estudo mais detalhado da idade dos animais seria necessário para poder tirar verdadeiras conclusões acerca da longevidade produtiva dos animais de cada uma das explorações; seria interessante, por exemplo, comparar o número de animais em produção em cada lactação, entre os dois efetivos.

#### 4.6.9. Avaliação crítica das diferenças entre as explorações C e G

Como já foi dito anteriormente, as explorações C e G apresentam algumas diferenças entre si no que toca aos valores médios anuais de alguns parâmetros. Porém, estas diferenças entre os dois efetivos não são tão grandes como as que foram observadas no presente trabalho entre os valores médios para as vacas Holstein e os valores médios para as vacas cruzadas. Para melhor avaliação destas diferenças, alguns dos resultados anteriormente apresentados foram organizados na tabela 16.

Tabela 16: Valores médios de IEP, DA, Nº IA, DEL Nº IA, PLD, percentagem de gordura, e percentagem de proteína para os animais puros Holstein, Holstein x Montbéliarde e Holstein x Vermelha Sueca, e para os efetivos das explorações C e G no ano de 2015.

	Holstein	Holstein x Montbéliarde	Holstein x Vermelha Sueca	Exploração C - 2015	Exploração G - 2015
IEP	429	393	401	396	400
DA	149	113	120	117	120
Nº IA	3,2	2,6	2,9	2,9	3,1
DEL 1ª IA	70	62	60	60	61
PLD	39,14	36,81	35,40	38,6	36,6

Legenda: IEP = Intervalo entre partos, em dias; DA = número de dias abertos; Nº IA = número de inseminações necessárias para ficar gestante; DEL 1ª IA = dias em leite à primeira inseminação artificial / intervalo parto – primeira inseminação artificial; PLD = Produção média diária de leite, por vaca em produção, em Litros/dia; % Gordura = Percentagem de gordura no leite; % Proteína = Percentagem de proteína no leite.

Nesta tabela estão apresentados os referidos dados das explorações C e G apenas do ano de 2015. Não foram incluídos nesta tabela as médias de 2016, pois estas foram influenciadas por algumas decisões tomadas pelas explorações para fazer face às restrições de entrega de leite desse mesmo ano - a exploração C reduziu o número de ordenhas diárias (o que afeta a produção diária de leite) e a exploração G optou pelo refúgio de animais (ver capítulos 4.6.5 e 4.6.8).

Na referida tabela podemos observar de uma forma esquematizada que as diferenças de IEP, DA, DEL à 1ª IA e PLD entre as explorações C e G não são tão marcadas como as diferenças entre vacas puras Holstein e as vacas cruzadas de Montbéliarde ou Vermelha Sueca encontradas no presente trabalho (no caso do IEP as diferenças mostraram-se

significativas apenas entre fêmeas Holstein e fêmeas Holstein x Montbéliarde). Observa-se também que para o intervalo parto-primeira inseminação (DEL à 1ª IA) o valor médio em 2015 na exploração G é muito próximo das médias obtidas no presente trabalho para os animais HM e HS.

Analisemos então o valor médio de DEL à 1ª IA: para as vacas Holstein incluídas na análise o intervalo foi de 70 dias, mas para as vacas HM foi de 62 e para as vacas HS foi de 60 dias; no ano 2015 a exploração C teve um intervalo parto – primeira inseminação de 60 dias (em média), e na exploração G, no mesmo ano, este intervalo durou em média 61 dias.

As diferenças pouco marcadas entre os valores médios de DEL à 1ª IA nas duas explorações podem servir para mostrar que apesar de estas utilizarem animais de raças diferentes, ambas conseguem obter bons resultados reprodutivos. Ou seja, sejam os animais de raça Holstein-Frísia pura ou sejam eles o resultado do cruzamento entre esta raça e as raças Montbéliarde e Vermelha Sueca, uma exploração pode atingir uma boa performance reprodutiva tendo boas práticas de manejo (a nível reprodutivo, nutricional, etc.).

Por outro lado, constatamos também que existem alguns parâmetros em que não só a diferença entre as explorações C e G é pouco marcada, mas nos quais também se observa que o valor médio obtido para a exploração C no ano de 2015 é superior aos valores médios obtidos para os animais F1 - HM e HS. Isto acontece para os valores médios de IEP, DA e PLD, como podemos observar na tabela 16. Tal pode ter justificação no seguinte facto: os animais que contribuem para a média da exploração C formam um efetivo com várias gerações de animais cruzados, efetivo este que está mais próximo de atingir o equilíbrio entre raças. Estes animais não beneficiam tanto do vigor híbrido como os animais F1 incluídos na análise, nos quais o efeito da heterose é máximo (Gama, 2002).

Se para os parâmetros IEP e DA o valor médio da exploração C para o ano 2015 se aproxima daquele da exploração G, no caso da média da PLD do ano 2015 a exploração C chega mesmo a exceder a exploração G: em 2015 a exploração cujos animais são cruzados teve maior produção média diária de leite que a exploração cujos animais são de raça Holstein pura (38,6 litros/dia e 36,6 litros/dia, respetivamente). Porém, os resultados do presente trabalho mostram que as vacas Holstein puras produzem, em média, mais leite por dia que as vacas HM ou que as vacas HS. O facto de o efetivo da exploração C estar mais próximo de atingir o equilíbrio entre as três raças (Holstein-Frísia, Montbéliarde e Vermelha Sueca), não beneficiando tanto do efeito do vigor híbrido, pode explicar estas diferenças entre valores médios de PLD, já que o efetivo da exploração C não tem uma produção diária de leite tão reduzida como a dos animais F1 incluídos na análise. Por outro lado, o facto de a média de PLD da exploração C (38,6 litros/dia) superar a mesma média da exploração G (36,6 litros/dia) pode mostrar-nos também que é possível atingir bons resultados produtivos,

seja com animais de raça Holstein-Frísia pura, ou com animais cruzados de Holstein, Montbéliarde e Vermelha Sueca.

## 5. Conclusão

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que os animais resultantes dos cruzamentos entre as raças Holstein e Montbéliarde e entre as raças Holstein e Vermelha Sueca apresentam indicadores de melhor saúde reprodutiva em relação às vacas puras Holstein, nomeadamente: intervalo de DA e DEL 1ª IA inferiores. Os animais Holstein puros incluídos no estudo superaram os animais descendentes dos dois cruzamentos na produção de leite, tanto na média diária como na quantidade de leite produzido durante a vida. Foi também possível observar que os animais cruzados produzem leite com maior percentagem de gordura e proteína em relação ao leite de animais puros Holstein, mas não diferem de forma significativa na média do teor de células somáticas, não havendo diferenças entre os três grupos de raças no que diz respeito à saúde do úbere. No entanto, será interessante realizar estudos mais detalhados para melhor perceber as diferenças entre raças na composição do leite, quer ao longo da lactação quer com o avançar das lactações. Em termos de sobrevivência, conclui-se que são tantos os animais Holstein como os descendentes dos cruzamentos a sobreviver para além dos 305 dias da primeira lactação. Porém, verifica-se que as fêmeas cruzadas incluídas neste trabalho têm maior longevidade produtiva que as Holstein puras.

Através da observação conjunta dos dados médios anuais das explorações C e G é possível concluir que o efetivo descendente do cruzamento triplo (exploração C) está em vantagem em termos de saúde reprodutiva, embora as diferenças entre as duas explorações sejam ligeiras (ver capítulo 4.6.9 e tabela 18). Observou-se também que o efetivo composto por animais cruzados produziu leite com maior percentagem de gordura e proteína. Não foi possível tirar conclusões acerca da longevidade produtiva dos animais dos dois efetivos; para isso, seria necessário um estudo mais detalhado do número de animais em produção em cada lactação, em ambas as explorações.

Observa-se também que os resultados obtidos dos animais HM e HS (animais F1) podem ser exacerbados em relação aos resultados de um efetivo de animais cruzados que estejam mais próximos de atingir o equilíbrio entre raças; dessa forma, os resultados deste tipo de análise devem ser cuidadosamente interpretados.

Considerando os resultados obtidos, é possível concluir que o cruzamento rotativo entre as raças Holstein, Montbéliarde e Vermelha Sueca pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a saúde reprodutiva da exploração, reduzindo os custos que o declínio da fertilidade acarreta. Apesar de não trazer melhorias significativas na saúde do úbere, permite obter leite com maior percentagem de gordura e proteína, o que pode ser uma vantagem, dependendo de como é feito o pagamento do leite ao produtor e do destino do leite produzido (produção de queijo versus produção de leite para consumo direto, por exemplo).

A aplicação deste tipo de cruzamento pode trazer algumas desvantagens, nomeadamente o acréscimo na complexidade do manejo reprodutivo; além disso, não será a solução para corrigir problemas reprodutivos em explorações cujo manejo nutricional não seja o ideal, afetando assim o período de transição e consequentemente a saúde reprodutiva e a produção dos animais.

A diminuição da quantidade de leite produzido é também algo a considerar; será indispensável fazer um estudo da conjuntura económica de cada exploração para perceber se a melhoria da saúde reprodutiva e a redução dos custos causados pela perda de fertilidade compensam uma eventual redução na quantidade de leite produzido.

#### IV. Bibliografia

- Agricultural Research Council of South Africa. (2014). BLUP Genetic Evaluations. Acedido em Dec 6. 2017, disponível em: <http://www.arc.agric.za/arc-api/Pages/Rangelands and Nutrition/Animal-Breeding-BLUP.aspx>
- Associação Portuguesa de Criadores de Raça Frísia. (2008). A Raça Holstein Frísia. Acedido em Jun 3. 2017, disponível em: <http://www.apcrf.pt/gca/?id=147>
- Banerjee, A., Chitnis, U. B., Jadhav, S. L., Bhawalkar, J. S., & Chaudhury, S. (2009). Hypothesis testing, type I and type II errors. *Industrial Psychiatry Journal*, 18(2), 127–131.
- Barth, A. D. (1993). Factors affecting fertility with artificial insemination. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 9(2), 275–89.
- Biffani, S., Samoré, A. B., & Canavesi, F. (2002). Inbreeding depression for production, reproduction and functional traits in Italian Holstein cattle. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, 2002, Montpellier, France*, (August).
- Bouraqui, R., Lahmar, M., Majdoub, A., Djemali, M., & Beleya, R. (2002). The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research*, 51(2), 479–491.
- Caraviello, D. Z. (2004). Crossbreeding Dairy Cattle. *Reproduction and Genetics*, 610, 1–6.
- Cargile, B., & Tracy, D. (2015). Bovine Reproduction. In R. M. Hopper (Ed.), *Bovine Reproduction* (Vol. 9781118470, pp. 283–288). John Wiley & Sons, Inc.
- Cassel, B. (2007). Mechanisms of Inbreeding Depression and Heterosis for Profitable Dairying. In *Proceedings of 4th W.E. Peterson Symposium: Crossbreeding of dairy cattle, the science and the impact* (pp. 1–6). St. Paul, Minnesota: Department of Animal Science, University of Minnesota.
- Centre for Dairy Information. (2015). Acedido em Jun. 10, 2017, disponível em: <http://dev.thecdi.co.uk/breed-performance/statistics/Holstein>
- Coutinho, L. L., Rosario, M. F. do, & Jorge, E. C. (2010). Biotecnologia Animal. *Estudos Avançados*, 24(70), 123–147.
- Croquet, C., Mayeres, P., Gillon, A., Vanderick, S., & Gengler, N. (2006). Inbreeding Depression for Global and Partial Economic Indexes, Production, Type, and Functional Traits. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2257–2267.
- DairyNZ, & LIC. (2015). *New Zealand Dairy Statistics 2014-15*. Hamilton. Acedido em Jul. 18, 2017, disponível em: <http://www.dairynz.co.nz/publications/dairy-industry/new-zealand-dairy-statistics-2014-15/>
- Direção Regional de Agricultura do Entre Douro e Minho, Instituto para o Desenvolvimento Agrário da Região Norte, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, & Universidade do Porto - CIBIO. (2007). Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho. *Relatório Final*.
- European Food Safety Authority. (2009). *Scientific report of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. Annex to the EFSA Journal (2009) 1143, 1-7. EFSA Journal* (Vol. 1143).
- European Red Dairy Breed Association. (2009). Acedido em Ago. 30, 2017, disponível em: <http://www.red-dairy.com/Swedish.php>

- FAO. (2013). *Milk and dairy products in human nutrition. Milk and Dairy Products in Human nutrition*. Aceido em Jun. 15, 2017, disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf>
- Farin, P. W., & Slenning, B. D. (2001). Managing Reproductive Efficiency in Dairy Cattle. In Otto M. Radostits (Ed.), *Herd Health-Food Animal Production Medicine* (3rd ed., pp. 255–290). Philadelphia.
- Ferris, C. P., Heins, B. J., Buckley, F., & Buckley, F. (2014). Crossbreeding in Dairy Cattle : Pros and Cons, 26, 223–243.
- Gama, L. T. da. (2002). *Melhoramento Genético Animal* (1st ed.). Lisboa: Escolar Editora.
- Gilbert, R. (2007). The relationship between postpartum uterine bacterial infection (BI) and subclinical endometritis (SE). *Journal of Dairy Science*, 90 (Suppl. 1).
- Gillespie, J. R., & Flanders, F. B. (2010). *Mordern Livestock and Poultry Production* (8th ed.). New York: Cengage Learning, Inc.
- Hanks, J., & Kossaibati, M. (2015). *Key Performance Indicators for the UK national dairy herd - A study of herd performance in 500 Holstein/Friesian herds for the year ending 31 st August 2015*. Reading.
- Hansen, L. B., Freeman, A. E., & Berger, P. J. (1983). Yield and fertility relationships in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 66(2), 293–305.
- Hazel, A., Heins, B., & Hansen, L. (2016). *Comparison of Montbeliarde x Holstein and Viking Red x Holstein crossbreds with pure Holstein cows during first lactation in 8 commercial dairies in Minnesota*. University of Minnesota. St. Paul, Minnesota.
- Heinrichs, J., Jones, C., & Bailey, K. (2017). *Milk Components: Understanding the Causes and Importance of Milk Fat and Protein Variation in Your Dairy Herd*.
- Heins, B., Hansen, L., & Seykora, T. (2007). The California experience of mating Holstein cows to A . I . sires from the Swedish Red , Norwegian Red , Montbeliarde , and Normande breeds.
- Heins, B. J., & Hansen, L. B. (2012). Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande x Holstein, Montbéliarde x Holstein, and Scandinavian Red x Holstein crossbreds versus pure Holsteins during their first 5 lactations. *Journal of Dairy Science*, 95(2), 918–924.
- Heins, B. J., Hansen, L. B., & De Vries, A. (2012). Survival, lifetime production, and profitability of Normande x Holstein, Montbéliarde x Holstein, and Scandinavian Red x Holstein crossbreds versus pure Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 95(2), 1011–1021.
- Heins, B. J., Hansen, L. B., & Seykora, A. J. (2006a). Fertility and Survival of Pure Holsteins Versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4944–4951.
- Heins, B. J., Hansen, L. B., & Seykora, A. J. (2006b). Production of Pure Holsteins Versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4944–4951.
- Heins, B. J., Hansen, L. B., & Seykora, a J. (2006c). Calving Difficulty and Stillbirths of Pure Holsteins versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2805–2810.

- Holtenius, K., Persson Waller, K., Essén-Gustavsson, B., Holtenius, P., & Hallén Sandgren, C. (2004). Metabolic parameters and blood leukocyte profiles in cows from herds with high or low mastitis incidence. *Veterinary Journal*, 168(1), 65–73.
- Instituto Nacional de Estatística. (2015). *Estatísticas da Produção e Consumo de Leite*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- Lucy, M. C. (2001). Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1277–1293.
- Mc Parland, S., Kearney, J. F., Rath, M., & Berry, D. P. (2007). Inbreeding Effects on Milk Production, Calving Performance, Fertility, and Conformation in Irish Holstein-Friesians. *Journal of Dairy Science*, 90(9), 4411–4419.
- Miglior, F. (2000). Impact of inbreeding - Managing a declining Holstein gene pool. In *10th World Holstein Friesian Federation Conference* (pp. 1–6). Sidney.
- Neto, C. T. da R. M. (2009). *Análise de custos durante o pós-parto numa exploração em Montemor-o-Velho*. Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade de Lisboa.
- Norberg, E., Sorensen, L. H., Byskov, K., & Kargo, M. (2014). Heterosis and Breed Effects for Milk Production, Udder Health and Fertility in Danish Herds applying Systematic Crossbreeding. In *Proceedings, 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production* (pp. 1–2).
- Norman, H. D., Wright, J. R., Hubbard, S. M., Miller, R. H., & Hutchison, J. L. (2009). Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3517–3528.
- Ntallaris, T., Humblot, P., Båge, R., Sjunnesson, Y., Dupont, J., & Berglund, B. (2017). Effect of energy balance profiles on metabolic and reproductive response in Holstein and Swedish Red cows. *Theriogenology*, 90, 276–283.
- O'Brien, B., Berry, D. P., Kelly, P., Meaney, W. J., & O'Callaghan, E. J. (2009). A study of the somatic cell count (SCC) of Irish milk from herd management and environmental perspectives, (5399), 1–23.
- Oberfeld, D., & Franke, T. (2013). Evaluating the Robustness of Repeated Measures Analyses: The Case of Small Sample Sizes and Nonnormal Data. *Behavior Research Methods*, 45(3), 792–812.
- OECD/FAO. (2016). Dairy and Dairy Products. In *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*. Paris: OECD Publishing.
- Oklahoma State University Board of Regents. (2004). Breeds of Livestock - Montbéliard Cattle. Acedido em Jul. 18, 2017, Disponível em: <http://www.ansi.okstate.edu/breeds/cattle/montbeliard>
- Oltenacu, P. A., & Algers, B. (2005). Selection for Increased Production and the Welfare of Dairy Cows: Are New Breeding Goals Needed? *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(4), 311–315.
- Oltenacu, P. A., & Broom, D. M. (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*, 19(Supplement 1), 39–49.
- Organisme de selection de la race Montbéliarde. (2007). *The Montbeliarde breed*. Organisme de selection de la race Montbéliarde.
- Pinedo, P. J., De Vries, A., & Webb, D. W. (2010). Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. *J Dairy Sci*, 93(5), 2250–2261.



- Prendiville, R., Pierce, K. M., & Buckley, F. (2010). A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions. *Journal of Dairy Science*, 93(6), 2741–2750.
- Ribas, J. (1997). Programa de alimentação e desenho de arraçoamentos em vacas leiteiras. *Revista Portuguesa de Buiatria*, 1(2), 21–34.
- Ruegg, P. L. (2001). Health and Production Management in Dairy Herds. In Otto M. Radostits (Ed.), *Herd Health-Food Animal Production Medicine* (3rd ed., pp. 211–254). Philadelphia: W.B.Saunders Company.
- SAS Institute Inc. (2008). The MIXED Procedure. In *SAS/STAT® 9.2 User's Guide* (pp. 3886–7632). Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Smith, L. A., Cassell, B. G., & Pearson, R. E. (1998). The Effects of Inbreeding on the Lifetime Performance of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 81(10), 2729–2737.
- Sørensen, A. C., Madsen, P., Sørensen, M. K., & Berg, P. (2006). Udder health shows inbreeding depression in Danish Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 4077–4082.
- Sørensen, M. K. (2007). Crossbreeding – An Important Part of Sustainable Breeding in Dairy Cattle and Possibilities for Implementation. In *Proceedings of 4<sup>th</sup> W.E. Peterson Symposium: Crossbreeding of Dairy Cattle, the Science and the impact* (pp. 29–40). St. Paul, Minnesota: Department of Animal Science, University of Minnesota.
- Thompson, J. R., Everett, R. W., & Hammerschmidt, N. L. (2000). Effects of Inbreeding on Production and Survival in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83(8), 1856–1864.
- University of Minnesota. (2015). *Learning About Dairy*. University of Minnesota.
- VanRaden, P. M., Sanders, A. H., Tooker, M. E., Miller, R. H., Norman, H. D., Kuhn, M. T., & Wiggans, G. R. (2004). Development of a National Genetic Evaluation for Cow Fertility. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2285–2292.
- Vasconcelos, J., Martins, A., Ferreira, A., & Carvalheira, S. P. J. (2005). Níveis de endogamia e depressão de endogamia no gado bovino leiteiro em Portugal, 100, 33–38.
- Weigel, K. A., & Barlass, K. A. (2003). Results of a Producer Survey Regarding Crossbreeding on US Dairy Farms. *Journal of Dairy Science*, 86(12), 4148–4154.
- Wood, P. D. P. (1969). Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Animal Production*, 11(3), 307–316.
- Youngquist, R. S., & Threlfael, W. R. (2007). *Current Therapy in Large Animal Theriogenology* (second). St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier.